



29.12.1992

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 43 44 916 A 1

51 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
H 02 P 6/00  
H 02 K 29/06  
G 08 C 19/00  
G 01 B 7/30  
G 01 D 5/12  
G 08 C 15/06

21 Aktenzeichen: P 43 44 916.6  
22 Anmeldetag: 29. 12. 93  
43 Offenlegungstag: 30. 6. 94

DE 4344916 A1

30 Unionspriorität: 32 33 31

29.12.92 JP P 4-361076 11.01.93 JP P 5-19356  
21.01.93 JP P 5-26172 21.01.93 JP 5-4643 U  
25.03.93 JP P 5-90878 31.03.93 JP P 5-96629

71 Anmelder:

Kabushiki Kaisha Sankyo Seiki Seisakusho, Nagano,  
JP

74 Vertreter:

Feiler, L., Dr.rer.nat.; Hänzel, W., Dipl.-Ing.;  
Kottmann, D., Dipl.-Ing, Pat.-Anwälte, 81675  
München

72 Erfinder:

Katagiri, Takashi, Komagane, Nagano, JP; Momose,  
Tetsuo, Komagane, Nagano, JP

54 Verfahren und Vorrichtung zum Übertragen von Signalen von einem Stellungen-detektor bzw. -geber

57 Beschrieben ist eine Vorrichtung zum Übertragen von Stellungengebersignalen, umfassend: eine Steuereinheit zum Verarbeiten von Signalen für verschiedene Datenarten von einem interessierenden Objekt, einen einen magnetischen Poldetektorteil aufweisenden Stellungen-detektor bzw. -geber zum Abgreifen von Stellungen-daten bezüglich des interessierenden Objekts, einen Aufwärts/Abwärtszähler, der in einer aufsteigenden oder absteigenden (Reihen-)Foige auf der Grundlage von Zweiphasen-Ausgangssignalen zählt, die vom Stellungen-geber entsprechend der Stellungen-änderung des interessierenden Objekts erzeugt werden, einen Wandler-schaltungsteil, in welchem sowohl der Zählerwert (Zähl-stand), der vom Aufwärts/Abwärtszähler erzeugt wird, oder die Änderung des Zählerwerts pro Zeiteinheit als auch ein Magnetpolstellungs-detektionssignal, das vom magnetischen Poldetektorteil erzeugt wird, in ein Serien- oder Reihensignal umgewandelt werden, und eine Übertragungsstrecke zum Übertragen des Reihensignals zur Steuereinheit. Ferner ist ein Verfahren zum Übertragen von Stellungen-gebersignalen mittels obiger Vorrichtung beschrieben, umfas-send die folgenden Schritte: Umwandeln von Stellungen-daten bezüglich eines interessierenden Objekts in ein Serien- oder Reihensignal innerhalb einer gegebenen Zeit, Überlagern des Reihensignals mit dem Ausgangssignal eines Absolu-(wert)zählers, nachdem das Ausgangssignal in ein Rei-hensignal umgewandelt worden ist, welches Ausgangssignal eine Absolutstellung des ...

BEST AVAILABLE COPY

DE 4344916 A1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Übertragen von Signalen von einem Stellungen-detektor bzw. -geber.

Im Betrieb von Elektromotoren, wie bürstenlosen Motoren, werden herkömmlicherweise Daten bezüglich der Stellung der Motor-Hauptwelle detektiert bzw. abgegriffen. Für diesen Zweck sind in einem Endabschnitt der Motor-Hauptwelle ein magnetisches Registrieree-  
10 ment zum Detektieren von A-, B- und Z-Phasen und ein Poldetektormagnet zum Detektieren von U-, V- und W-Phasen angeordnet; Signale für Stellungsdaten werden vom magnetischen Registriereelement, Signale für Antriebsstellungsdaten vom Poldetektormagneten ge-  
15 liefert. Diese Daten werden zu einer Steuereinheit über ein Kabel übertragen, in welchem die jeweiligen Übertragungswege bzw. -strecken zusammengebündelt sind; die Steuereinheit führt die Rückkopplungssteuerung, d. h. Regelung, und verschiedene andere Verarbeitungs-  
20 arten auf der Grundlage dieser Daten durch.

Herkömmliche Geräte für Detektion, Übertragung und Verarbeitung solcher Datensignale sind mit folgenden Problemen behaftet: Zum ersten erfordert die Übertragung von Signalen in drei Kanälen nicht nur für  
25 Phasen A und B, sondern auch für Reihenphasen (Phasen Z, U, V und W) eine große Zahl von Übertragungsleitungen, so daß die Dicke des Kabels, in welchem diese Leitungen gebündelt sind, vergrößert sein muß, was höhere Kabelkosten bedingt. Wenn die Steuereinheit in einem vergleichsweise großen Abstand angeordnet ist, verschlimmert sich dieses Problem, weil die Länge der Übertragungswege oder -strecken vergrößert werden  
30 muß.

Das dicke Kabel wirft andere Probleme auf. Wenn es nicht nur an der Außenseite des Systems, sondern auch in seinem Inneren installiert (verlegt) ist, nimmt es einen unerwünscht großen Raum ein. Auch wenn das Kabel nur an der Außenseite des Systems verlegt ist, ist die Wirksamkeit des Aufrollens und anderer Kabelhandhabungsvorgänge begrenzt. Unabhängig davon, ob das Kabel innerhalb oder außerhalb des Systems verlegt ist, müssen Elemente zur Halterung des Kabels einen ziem-  
40 lich steifen Aufbau aufweisen, was einen Einschränkungsfaktor bezüglich des Konstruktionsspielraums bedeutet.

Die Erfindung ist nun im Hinblick auf diese Gegebenheiten entwickelt worden. Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung eines Verfahrens und einer Vorrichtung zum Übertragen von Signalen von einem Stellungen-detektor bzw. -geber, wobei die Zahl der Übertragungswege auf einen Kanal reduziert ist, während gleichzeitig die Dik-  
50 ke des zu verwendenden Kabels ausreichend verkleinert ist, so daß einerseits die Kosten gesenkt werden, andererseits der Spielraum in der Kabelauslegung erweitert wird.

Die Erfindung bezweckt auch die Schaffung eines Verfahrens zum Übertragen von inkrementellen bzw. Stufen- oder Schrittsignalen, bei welchem die Menge der zu übertragenden Signale und damit die nötige Speicherkapazität herabgesetzt werden kann, während gleichzeitig die Übertragungszeit zur Erzielung verbes-  
60 sserter Steuerbarkeit ausreichend verkürzt ist.

Weiterhin bezweckt die Erfindung die Schaffung eines Verfahrens zum Übertragen von Schrittsignalen (in-  
65 cremental signals), bei dem das Tastverhältnis des Ausgangssignals für Phasen A und B zufriedenstellend verbessert sein kann, um eine bessere Signalgüte zu erhal-

ten, auch wenn das Ausgangssignal eines analogen Sensors für Phasen A und B keine hohe Präzision bzw. Genauigkeit besitzt.

Ferner bezweckt die Erfindung die Schaffung eines  
5 Verfahrens zum Übertragen von Schrittsignalen, bei dem Fehler in der Signalübertragung zur Gewährleistung verbesserter Zuverlässigkeit erfaßt werden können.

Darüber hinaus bezweckt die Erfindung die Schaf-  
10 fung eines Verfahrens zum Übertragen von Schrittsignalen in der Weise, daß dann, wenn das Verfahren bei Übertragungswegen einer derart geringen Güte, daß häufig Übertragungsfehler herbeigeführt werden, ange-  
15 wandt wird, die Datenzuverlässigkeit Fehler des herkömmlichen Pegels erlaubt, so daß das Auftreten eines einzigen Fehlers infolge von Rauschen bzw. Störsignal keinen Alarm auslöst, sondern die zuletzt empfangenen Daten als solche benutzt werden, um eine Fehloperation zu vermeiden, während eine Folge echter Fehler einen Alarm auslöst; hierdurch werden verbesserte Antistör-  
20 signaleigenschaften sichergestellt.

Schließlich bezweckt die Erfindung die Schaffung einer Vorrichtung zum Übertragen von Signalen von einem Stellungen-detektor oder -geber (im folgenden als  
25 "Stellungsgeber" bezeichnet), bei welcher ein etwaiger Versatz in den Phasen A, B und Z, der anderenfalls am Empfangsende auftreten würde, ausgeschaltet ist, so daß eine Verbesserung bezüglich der Genauigkeit des Positioniervorgangs erreicht wird.

Gegenstand der Erfindung ist eine Vorrichtung zum Übertragen von Stellungsgebersignalen, umfassend: eine Steuereinheit zum Verarbeiten von Signalen für verschiedene Datenarten von einem interessierenden Ob-  
30 jekt, einen einen magnetischen Poldetektorteil aufweisenden Stellungen-detektor bzw. -geber zum Abgreifen von Stellungsdaten bezüglich des interessierenden Objekts, einen Aufwärts/Abwärtszähler, der in einer aufsteigenden oder absteigenden (Reihen-)Folge auf der Grundlage von Zweiphasen-Ausgangssignalen zählt, die vom Stellungsgeber entsprechend der Stellungsände-  
40 rung des interessierenden Objekts erzeugt werden, einen Wandlerschaltungsteil, in welchem sowohl der Zählerwert (Zählstand), der vom Aufwärts/Abwärtszähler erzeugt wird, oder die Änderung des Zählerwerts pro Zeiteinheit als auch ein Magnetpolstellungs-detektions-  
45 signal, das vom magnetischen Poldetektorteil erzeugt wird, in ein Serien- oder Reihensignal umgewandelt werden, und eine Übertragungsstrecke zum Übertragen des Reihensignals zur Steuereinheit.

Gegenstand der Erfindung ist ferner ein Verfahren zum Übertragen von Stellungsgebersignalen, umfas-  
50 send die folgenden Schritte: Umwandeln von Stellungsdaten bezüglich eines interessierenden Objekts in ein Serien- oder Reihensignal innerhalb einer gegebenen Zeit, Überlagern des Reihensignals mit dem Ausgangs-  
55 signal eines Absolut(wert)zählers, nachdem das Ausgangssignal in ein Reihensignal umgewandelt worden ist, welches Ausgangssignal eine Absolutstellung des interessierenden Objekts darstellt, und Übertragen der überlagerten Signale längs eines einzigen Kanals der Übertragungsstrecke zur Steuereinheit.

Im folgenden sind bevorzugte Ausführungsformen und -beispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher beschrieben. Es zeigen

Fig. 1 eine vereinfachte Seitenansicht einer Vorrich-  
65 tung zum Übertragen von Signalen von einem Stellungen-geber gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 2 eine schematische bzw. Schaltbilddarstellung der Anordnung nach Fig. 1,

Fig. 3 ein Format eines Reihensignals, das vom Wandlerschaltungsteil gemäß Fig. 2 zu übertragen ist,

Fig. 4 eine vereinfachte Seitenansicht einer Meßsignalführungsanordnung unter Anwendung einer Vorrichtung zum Übertragen von Signalen von einem Stellungsgeber gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 5 eine schematische bzw. Schaltbilddarstellung des wesentlichen Teils der Anordnung nach Fig. 4,

Fig. 6 ein Format von Reihensignalen, die vom Stellungsgeber gemäß den Fig. 4 und 5 übertragen werden sollen,

Fig. 7 eine vereinfachte Seitenansicht einer Positioniervorrichtung oder -anordnung unter Verwendung einer Vorrichtung zum Übertragen von Signalen von einem Stellungsgeber gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 8 eine schematische bzw. Schaltbilddarstellung des wesentlichen Teils der Anordnung nach Fig. 7,

Fig. 9 ein Format von Reihensignalen, die vom Stellungsgeber gemäß den Fig. 7 und 8 übertragen werden sollen,

Fig. 10 eine schematische Darstellung des Übertragungsteils einer Vorrichtung zum Übertragen von Signalen von mehreren Stellungsgebern gemäß einer vierten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 11 eine Darstellung der allgemeinen Auslegung der Signalübertragungsvorrichtung gemäß Fig. 10,

Fig. 12 eine vereinfachte perspektivische Darstellung des ersten Drehstellungsgebers als erster Stellungsgeber,

Fig. 13 eine schematische Darstellung des Innenaufbaus des ersten Drehstellungsgebers (Drehstellungsgebers Nr. 1),

Fig. 14 eine schematische bzw. Schaltbilddarstellung des mit dem ersten Drehstellungsgeber verbundenen Teils der Steuereinheit,

Fig. 15 eine schematische Darstellung des Aufbaus eines Impulsgenerators,

Fig. 16 ein Zeitsteuerdiagramm zur Verdeutlichung der Operation bzw. Arbeitsweise der Schaltung gemäß Fig. 13,

Fig. 17 ein Zeitsteuerdiagramm zur Verdeutlichung der Operation der Schaltung nach Fig. 14,

Fig. 18 ein Zeitsteuerdiagramm zur Verdeutlichung eines Beispiels der Operation einer vierfachen Impuls-generator/Richtungsdetektorschaltung sowie eines Aufwärts/Abwärtszählers,

Fig. 19 eine Darstellung der allgemeinen Anordnung einer Vorrichtung zum Übertragen von Signalen von mehreren Stellungsgebern gemäß einer fünften Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 20 eine schematische bzw. Schaltbilddarstellung einer Vorrichtung zur Übertragung von Drehstellungsgebersignalen nach dem Übertragungsverfahren gemäß der siebten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 21 ein Format von Serien- bzw. Reihensignalen, die bei der sechsten Ausführungsform zu übertragen sind,

Fig. 22 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Übertragung von Drehstellungsgebersignalen nach dem Übertragungsverfahren gemäß der siebten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 23 eine schematische Darstellung des Aufbaus des Drehstellungsgebers, von welchem Schrittsignale mit einer Signalübertragungsvorrichtung nach dem

Verfahren gemäß der achten Ausführungsform der Erfindung übertragen werden,

Fig. 24 eine schematische Darstellung des Innenaufbaus der Steuereinheit, die an den Drehstellungsgeber gemäß Fig. 23 angeschlossen ist,

Fig. 25 eine schematische Darstellung des Aufbaus eines Impulsgenerators,

Fig. 26 ein Zeitsteuerdiagramm zur Verdeutlichung der Operation der Schaltung gemäß Fig. 23,

Fig. 27 ein Zeitsteuerdiagramm zur Verdeutlichung der Operation der Schaltung gemäß Fig. 24,

Fig. 28 ein Zeitsteuerdiagramm zur Veranschaulichung eines Beispiels der Operation bzw. Arbeitsweise einer vierfachen Impuls-generator/Richtungsdetektorschaltung und eines Aufwärts/Abwärtszählers,

Fig. 29 eine graphische Darstellung zur Veranschaulichung des Auftretens eines Fehlers im Zählerwert bzw. Zählstand als Folge eines Rauschen- bzw. Störsignalfehlers,

Fig. 30 ein Blockschaltbild zur schematischen Veranschaulichung des wesentlichen Teils einer Signalübertragungsvorrichtung, bei welcher Schrittsignale nach dem Verfahren gemäß der neunten Ausführungsform der Erfindung übertragen werden,

Fig. 31 ein Zeitsteuerdiagramm zur Verdeutlichung eines Beispiels der Operation des Aufwärts/Abwärtszählers gemäß Fig. 30,

Fig. 32 ein Blockschaltbild zur schematischen Veranschaulichung des wesentlichen Teils einer Signalübertragungsvorrichtung, bei welcher Schrittsignale nach dem Verfahren gemäß der zehnten Ausführungsform der Erfindung übertragen werden,

Fig. 33 ein Zeitsteuerdiagramm zur Verdeutlichung eines Beispiels der Operation des Aufwärts/Abwärtszählers gemäß Fig. 32,

Fig. 34 ein Blockschaltbild zur schematischen Darstellung des wesentlichen Teils einer Signalübertragungsvorrichtung, bei welcher Schrittsignale nach dem Verfahren gemäß der elften Ausführungsform der Erfindung übertragen werden,

Fig. 35 ein Blockschaltbild zur schematischen Darstellung des wesentlichen Teils einer Signalübertragungsvorrichtung, bei welcher Schrittsignale nach dem Verfahren gemäß einer zwölften Ausführungsform der Erfindung übertragen werden,

Fig. 36 ein Blockschaltbild zur schematischen Darstellung des wesentlichen Teils einer Signalübertragungsvorrichtung, bei welcher Schrittsignale nach dem Verfahren gemäß einer dreizehnten Ausführungsform der Erfindung übertragen werden,

Fig. 37 ein Zeitsteuerdiagramm zur Verdeutlichung der Operation der Schaltung gemäß Fig. 36,

Fig. 38 eine schematische Darstellung des Aufbaus eines Drehstellungsgebers als Stellungsgeber, von welchem Schrittsignale mittels einer Signalübertragungsvorrichtung gemäß einer vierzehnten Ausführungsform der Erfindung übertragen werden,

Fig. 39 eine schematische Darstellung des Innenaufbaus der Steuereinheit, die an den Drehstellungsgeber gemäß Fig. 38 angeschlossen ist,

Fig. 40 eine schematische Darstellung des Aufbaus eines Impulsgenerators,

Fig. 41 ein Zeitsteuerdiagramm zur Erläuterung der Arbeitsweise und der Operation der Schaltung gemäß Fig. 38,

Fig. 42 ein Zeitsteuerdiagramm zur Verdeutlichung der Operation der Schaltung nach Fig. 39,

Fig. 43 ein Zeitsteuerdiagramm zur Verdeutlichung

eines Beispiels der Operation einer vierfachen Impuls-generator/Richtungsdetektorschaltung und eines Aufwärts/Abwärtszählers,

Fig. 44 ein Zeitsteuerdiagramm für eine Vorrichtung, welche Signale von einem Stellungsgeber gemäß einer Abwandlung der vierzehnten Ausführungsform überträgt, und

Fig. 45 eine schematische Darstellung des Aufbaus einer Vorrichtung zum Übertragen von Signalen von einem Stellungsgeber gemäß einer fünfzehnten Ausführungsform der Erfindung.

#### Erste Ausführungsform

Fig. 1 ist eine vereinfachte Seitenansicht einer Vorrichtung zum Übertragen von Signalen von einem Stellungsgeber gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung; Fig. 2 ist eine schematische bzw. Schaltbilddarstellung der Anordnung nach Fig. 1. Die genannte Vorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung kann typischerweise in den Armabschnitt eines Arbeitsautomaten eingebaut sein.

Die Anordnung gemäß Fig. 1 umfaßt einen Elektromotor 1, z. B. einen bürstenlosen Motor. Der Motor 1 weist eine Hauptwelle 1a auf, wobei über einer Stirnfläche der Hauptwelle 1a eine Scheibe eines Poldetektormagneten 2 vorgesehen ist, welcher seinerseits derart magnetisiert ist, daß N- und S-Pole einander um den Umfang herum abwechseln und der Magnet den Phasen U, V und W zugeordnete Antriebsstellungsdaten (driving position data) liefert. Über der Stirnfläche der Hauptwelle 1a, jedoch näher an der Hauptwelle als der Poldetektormagnet 2, ist ferner eine Scheibe eines magnetischen Registrierelements (recording medium) 3 vorgesehen. Das Element 3 besteht aus einem oberen Abschnitt und einem unteren Abschnitt. Der obere Abschnitt ist so magnetisiert, daß zwei Pole, d. h. einmal ein N- und zum anderen ein S-Pol, am Umfang nebeneinander angeordnet sind, während der untere Abschnitt so magnetisiert ist, daß die N- und S-Pole einander um den Umfang herum abwechseln, und zwar in Phase mit den N- und S-Polen am Umfang des oberen Abschnitts. Aufgrund dieser Ausgestaltung liefert das magnetische Registrierelement 3 den Phasen Z, A und B zugeordnete Stellungsdaten.

Der Motor 1 ist mit einem Stellungsdetektor oder -geber 4, z. B. einem Drehstellungsgeber zum Erfassen von Stellungsdaten, welche den jeweiligen Phasen A, B, Z, U, V und W zugeordnet sind, versehen. Der Drehstellungsgeber 4 ist in ein der Übersichtlichkeit halber gestrichelt eingezeichnetes Gehäuse 44 eingekapselt, wobei Hall-Vorrichtungen 4a und ein MR-Sensor 4b, die jeweils als Poldetektor dienen (im Gehäuse) in Positionen angeordnet sind, die den magnetisierten Bereichen des Poldetektormagneten 2 bzw. des magnetischen Registrierelements 3 zugewandt sind. Die Hall-Vorrichtungen 4a sind an der Rückseite der Basis einer noch zu beschreibenden Signalverarbeitungs- bzw. -prozessorschaltung 17 montiert, die ihrerseits eine Wellenformschaltung 4c, einen Aufwärts/Abwärtszähler 5, einen Parallel/Reihenwandler 6, einen Leitungstreiber 8, eine 5 V-Stromversorgung 18 und eine geerdete Stromversorgung bzw. einen Masseanschluß 19 umfaßt. Gemäß Fig. 2 sind die Ausgangsleitungen der Hall-Vorrichtungen 4a und des MR-Sensors 4b an die Wellenformschaltung 4c zum Formen einer Rechteckwelle angeschlossen. Die Ausgangsleitungen für die Phasen A und B von der Wellenformschaltung 4c sind mit dem Parallel/Rei-

henwandler 6 (Wandlerschaltungsteil) über den Aufwärts/Abwärtszähler 5 zum Zählen in einer ansteigenden oder abfallenden Reihenfolge angeschlossen, während die Ausgangsleitungen für die anderen Phasen (Z, U, V und W) unmittelbar mit dem Parallel/Reihenwandler 6 verbunden sind. Eine Serien- bzw. Reihensignalleitung 7 vom Parallel/Reihenwandler 6 ist mit dem Leitungstreiber 8 verbunden. Eine Busleitung 10 und eine Rücklaufbusleitung 11 vom Leitungstreiber 8 sind in einem Drehstellungsgeberkabel 9 im Mittelbereich ihrer Strecke für Anschluß an einen Leitungsempfänger 14 in einer Steuereinheit 16 gebündelt. Die Signalprozessorschaltung 17 ist mit der 5 V-Stromversorgung 18 und dem Masseanschluß 19 versehen, die über eine 5 V-Stromleitung 12 bzw. Masse-Stromleitung 13 an die Steuereinheit 16 angeschlossen sind. Die beiden Stromleitungen 12 und 13 sind innerhalb des Drehstellungsgeberkabels 19 zusammen mit der Busleitung 10 und der Rücklaufbusleitung 11 gebündelt. Die Ausgangsleitung vom Leitungsempfänger 14 in der Steuereinheit 16 ist über eine Serien- bzw. Reihensignalleitung 30 an den Reihen/Parallelwandler 15 so angeschlossen, daß Stellungsdaten für die Phasen Z, U, V und W sowie der Zählerwert bzw. Zählstand in paralleler Weise vom Wandler 15 geliefert werden. Gemäß Fig. 1 ist die Steuereinheit 16 über ein Motorkabel 31 an den Elektromotor 1 angeschlossen, so daß der Elektromotor 1 durch die Steuereinheit 16 angesteuert werden kann.

Die Arbeitsweise der den beschriebenen Aufbau besitzenden Vorrichtung zum Übertragen von Signalen vom Stellungsgeber ist nachstehend kurz erläutert.

Wenn von der Steuereinheit 16 über das Motorkabel 31 ein Treiber- oder Ansteuersignal zum Elektromotor 1 geliefert wird, um diesen laufen zu lassen bzw. anzusteuern, beginnt sich dessen Hauptwelle 1a zu drehen, wobei der Poldetektormagnet 2 und das magnetische Registrierelement 3 Änderungen im Magnetfeld herbeiführen. Die resultierenden Magnetfeldänderungen werden durch die Hall-Vorrichtungen 4a als Antriebsstellungsdaten für die Phasen U, V und W detektiert bzw. abgegriffen. Der MR-Sensor 4b greift diese Änderungen als Stellungsdaten für die Phasen Z, A und B ab, wobei die beiden letzteren Phasen als Sinuswellen abgegriffen werden. Diese Datensignale Vu, Vv, Vw, Vz, Va und Vb (vgl. Fig. 2) werden der Wellenformschaltung 4c eingespeist, in welcher sie zu Rechteckwellen geformt werden. Signale Ao und Bo einer Rechteckwellenform werden dem Aufwärts/Abwärtszähler 5 eingespeist und in diesem in ansteigender oder absteigender Ordnung bzw. Reihenfolge gezählt. Der resultierende Zählstand wird als 16 Bit-Signal dem Parallel/Reihenwandler 6 eingespeist. Die Stellungsdatensignale Uo, Vo, Wo und Zo einer Rechteckwellenform werden dem Parallel/Reihenwandler 6 unmittelbar eingespeist.

Ein Format des vom Wandler 6 zur Steuereinheit 16 zu übertragenden Reihensignals ist in Fig. 3 dargestellt.

Das in Fig. 3 dargestellte Format kann typischerweise einen Manchester-Code von 1 Mbps (Mb/s) verwenden. Mit 20 ist darin ein Pausenabstand bzw. eine Lücke bezeichnet, der bzw. die der Übertragung verschiedener Datenarten vorausgeht; mit 21 ist ein auf die Lücke 20 folgender 16 Bit-Zählstand bezeichnet, der vom Aufwärts/Abwärtszähler 5 übertragen wird. Auf den Zählstand 21 folgt ein 12 Bit-Leerraum 22; mit 23z, 23u, 23v und 23w sind 1 Bit-Stellungsdatensignale Uo, Vo, Wo bzw. Zo bezeichnet, welche dem Leerraum 22 folgen und von der Wellenformschaltung 4c übertragen werden. Mit 24 sind acht CRC-Bits bezeichnet, welche auf

die Stellungsdatensignale Uo, Vo, Wo und Zo folgen und zum Prüfen einer Sequenz bzw. Folge von Daten dienen. Der Zählstand (Zählerwert) 21, der Leerraum 22, die Stellungsdatensignale 23z, 23u, 23v und 23w bilden 32 Bit-Daten, während die Pausenlücke 20, der Zählstand 21, der Leerraum 22, die Stellungsdatensignale 23z, 23u, 23v, 23w und die CRC-Bits 24 einen Rahmen oder ein Feld (frame) bilden. Serien- oder Reihensignale eines Felds werden über das Drehstellungsgeberkabel 9 entsprechend Detektionssignalen, die von den Hall-Vorrichtungen 4a und dem MR-Sensor 4b geliefert werden, wiederholt oder aufeinanderfolgend zur Steuereinheit 16 übertragen. Diese Reihensignale werden durch den Reihen/Parallelwandler 15 in der Steuereinheit 16 in Parallelsignale umgewandelt, wobei die nachfolgende Verarbeitung auf der Grundlage der erhaltenen Parallelsignale erfolgt (Stellungsdatensignale Uo, Vo, Wo und Zo sowie 16 Bit-Zählstand).

Bei der ersten Ausführungsform werden somit die Sinuswellen für die beiden Phasen A und B, die vom MR-Sensor 4b geliefert werden, dem Aufwärts/Abwärtszähler 5 eingespeist; der resultierende Zählstand und die Stellungsdatensignale für die anderen Phasen (U, V, W und Z) werden im Parallel/Reihenwandler 6 in Reihensignale umgewandelt und sodann zur Steuereinheit 16 übertragen. Infolgedessen kann die Zahl der Übertragungswege oder -strecken, die (eigentlich) erforderlich sind, auf einen Kanal reduziert werden, während gleichzeitig die Dicke des verwendeten Kabels verkleinert werden kann, woraus sich niedrigere Kosten für das Kabel ergeben.

In der vorstehenden Beschreibung der ersten Ausführungsform ist der Fall vorausgesetzt, in welchem ein Teil des Drehstellungsgeberkabels 9 im Arm des Arbeitsautomaten verlegt ist. Da die Dicke des Drehstellungsgeberkabels 9 verkleinert ist, kann der herkömmlicherweise vom Kabel 9 eingenommene Raum in diesem Arm effektiv für andere Zwecke genutzt werden, während außerdem der Arm selbst dünner ausgelegt werden kann. Falls das Kabel 9 an der Außenseite des Arbeitsautomaten verlegt ist, ist es beim Aufspulen und anderen Kabelhandhabungsvorgängen weniger Einschränkungen unterworfen. Unabhängig davon, ob das Kabel 9 im Inneren oder an der Außenseite des Arbeitsautomaten verlegt ist, können ferner die Elemente zur Halterung des Kabels mit einer vergleichsweise einfachen Konstruktion ausgebildet sein, wodurch ein größerer Spielraum bezüglich der Kabelauslegung gewährleistet wird.

Die erste Ausführungsform verwendet auch den Aufwärts/Abwärtszähler 5, wobei der Parallel/Reihenwandler 6 mit dem Zählerwert bzw. Zählstand dieses Zählers 6 beschickt wird. Demzufolge braucht die Übertragungsgeschwindigkeit nicht so stark erhöht zu sein, daß die Drehzahl des Elektromotors 1 begrenzt wird oder ist.

Obgleich vorstehend eine erste Ausführungsform der Erfindung beschrieben ist, ist darauf hinzuweisen, daß die Erfindung nicht hierauf beschränkt ist, sondern verschiedene Abwandlungen innerhalb des Rahmens und Grundgedankens der Erfindung möglich sind. Beispielsweise können der Aufwärts/Abwärtszähler 5, der Parallel/Reihenwandler 6 usw. außerhalb und nicht innerhalb des Gehäuses 44 des Drehstellungsgebers 4 angeordnet sein. In diesem abgewandelten Fall kann die einzige Übertragungsleitung um eine Strecke von etwa 30 cm verlängert sein, wobei am entfernten Ende dieser Übertragungsleitung ein Drehstellungsgebersignal-Verar-

beitungs- oder -Prozessorkasten vorgesehen sein kann, in welchem der Aufwärts/Abwärtszähler 5, der Parallel/Reihenwandler 6 usw. angeordnet sind.

Gewünschtenfalls kann der Leerraum 22 im Format der Reihensignale, wie oben beschrieben, mit einem Alarmsignal für erhöhte Temperatur innerhalb des Gehäuses 44 des Drehstellungsgebers 4, einem Alarmsignal für den Elektromotor 1 und den Drehstellungsgeber 4 sowie anderen Signalen ausgefüllt sein. Ebenso ist es möglich, den Leerraum 22 mit Information bezüglich der Watt-Leistung des an den Drehstellungsgeber 4 angeschlossenen Motors oder bezüglich der Zahl der Impulse von Signalen für Phasen A und B, die bei jeder vollen Umdrehung der Hauptwelle 1a erzeugt werden sollen, auszufüllen.

Gemäß der vorstehenden Beschreibung der ersten Ausführungsform ist der Stellungsgeber am Armschnitt oder -teil eines Arbeitsautomaten angeordnet. Die Erfindung ist jedoch nicht hierauf beschränkt, vielmehr ist der Stellungsgeber auch auf andere Stellen des Arbeitsautomaten anwendbar. Selbstverständlich ist der erfindungsgemäße Stellungsgeber auch für von Arbeitsautomaten verschiedene Vorrichtungen oder Geräte einsetzbar. Es ist darauf hinzuweisen, daß die Erfindung in keiner Weise die Verwendung eines optischen Drehstellungsgebers ausschließt, der mit einer codierten Scheibe oder Platte sowie Lichtempfangs- und Lichtsendevorrichtungen arbeitet.

Die vorstehende Beschreibung bezieht sich auch auf den Fall, in welchem ein 16 Bit-Zählstand vom Aufwärts/Abwärtszähler sowie Ausgangssignale für die Phasen Z, U, V und W als Serien- bzw. Reihensignale übertragen werden. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, daß ähnliche Wirkungen auch dann erzielt werden können, wenn die Größe einer Änderung im 16 Bit-Zählstand (vom Aufwärts/Abwärtszähler) pro Zeiteinheit und in den Ausgangssignalen für die Phasen Z, U, V und W als Reihensignale übertragen werden. Dies ist deshalb der Fall, weil ein Summieren der von der Steuereinheit 16 empfangenen Änderungsgrößen ein Regenerieren des Zählstands des Aufwärts/Abwärtszählers in der Steuereinheit ermöglicht. Ein anderer, in diesem alternativen Fall anzunehmender Vorteil besteht in einer Verringerung der Zahl der zu übertragenden Bits.

Wie vorstehend beschrieben, ist die Vorrichtung zum Übertragen von Signalen vom Stellungsgeber gemäß der ersten Ausführungsform derart ausgelegt, daß Sinuswellen für die beiden Phasen A und B, vom Stellungsgeber erzeugt bzw. geliefert, dem Aufwärts/Abwärtszähler 5 eingespeist und der resultierende Zählstand oder die Größe seiner Änderung pro Zeiteinheit sowie die Polstellungsdetektorsignale für die anderen Phasen im Wandler-schaltungsteil in Reihensignale umgewandelt und dann zur Steuereinheit übertragen werden. Infolgedessen kann die Zahl der erforderlichen Übertragungswege zu einem Kanal reduziert werden, während gleichzeitig die Dicke des verwendeten Kabels verkleinert sein kann, was zu niedrigeren Kabelkosten und zu einem größeren Spielraum in der Kabelauslegung führt.

## Zweite und dritte Ausführungsform

Die im folgenden beschriebene zweite Ausführungsform der Erfindung entspricht der ersten Ausführungsform mit dem Unterschied, daß die Vorrichtung zum Übertragen von Signalen von einem Stellungsgeber nicht nur die Stellungsdaten, sondern auch andere, zu verarbeitende Daten überträgt. Es sei beispielsweise der

Fall einer Werkzeugmaschine oder eines Arbeitsautomaten betrachtet, die jeweils nicht nur mit einem Stellungsgeber zum Detektieren bzw. Abgreifen der Stellungsdaten an (von) der Hauptwelle eines Elektromotors, sondern auch mit verschiedenen Sensoren zum Abgreifen anderer Daten versehen sind. Im Fall einer Meßsignalrückführanordnung (forcing apparatus) bezieht sich der Ausdruck "andere Daten" auf Daten von einem Durchdringungssensor, während im Fall von Geräten, die mit einem Temperatursensor, einem Konzentrationssensor o. dgl. versehen sind, der Ausdruck "andere Daten" sich auf Daten von diesen Sensoren bezieht. Je nach dem betreffenden Gerät ist der Ausdruck "andere Daten" keineswegs auf eine einzige Datenart beschränkt.

Die Daten vom Stellungsgeber und von verschiedenen Sensoren werden zu einer ziemlich entfernt angeordneten Steuereinheit über ein Kabel übertragen, in welchem die zugeordneten Übertragungswege zusammengebündelt sind und verschiedene Verarbeitungsoperationen auf der Grundlage dieser Daten ausgeführt oder abgearbeitet werden.

Fig. 4 ist eine vereinfachte Seitenansicht einer Meßsignalzuführanordnung unter Verwendung einer Vorrichtung zum Übertragen von Signalen von einem Stellungsgeber gemäß der zweiten Ausführungsform der Erfindung.

Die Anordnung gemäß Fig. 4 enthält einen Elektromotor, z. B. einen bürstenlosen Motor 101. Der Elektromotor 101 weist eine Hauptwelle 101a auf, deren Drehung über eine Riemenscheibe 102, einen Riemen 103 und eine Lastzellen-Riemenscheibe 104 auf eine Schraubspindel 105 übertragen wird, wobei eine am distalen (unteren) Ende der Schraubspindel 105 vorgesehene Lastmeßzelle 106 aufwärts und abwärts bewegt wird, um einen vorbestimmten Druck auf ein auf einem Arbeitstisch 107 platziertes Werkstück 108 auszuüben.

Der Motor 101 ist mit einem Stellungsgeber 109, z. B. einem Drehstellungsgeber zum Erfassen der Drehstellung der Hauptwelle 101a versehen; die Lastmeßzelle 106 weist einen eingebauten Drucksensor 110 zum Messen des durch erstere auf das Werkstück 108 ausgeübten Drucks auf. Gemäß Fig. 5 umfaßt der Drehstellungsgeber 109 die folgenden verschiedenen Bauelemente: einen A/B-Phasensensor 109b zum Detektieren der Änderung des Magnetfelds eines magnetischen Registrierungselements 109a, das in einem Endabschnitt der Hauptwelle 101a vorgesehen ist; eine Wellenformschaltung 109c, durch welche die durch den A/B-Sensor 109b detektierten Sinuswellen für die beiden Phasen in Rechteckwellen umgewandelt werden; einen 16 Bit-Aufwärts/Abwärtszähler 109d, welcher das Ausgangssignal von der Wellenformschaltung 109c in aufsteigender oder absteigender Ordnung bzw. Reihenfolge zählt; einen Analog/Digital-Wandler 109f zur Durchführung einer Analog/Digital-Umwandlung der vom Drucksensor 110 über eine Übertragungsstrecke 111 übertragenen Daten; einen Parallel/Reihenwandler 109e für eine Parallel/Reihenumwandlung der resultierenden digitalen Daten und des Zählerwerts oder Zählstands; einen CRC-Bitaddierer 109g zum Addieren von Daten zum Prüfen bzw. umfassend CRC-Bits zum resultierenden Reihensignal sowie einen Leitungstreiber 109a zum Übertragen des die addierten CRC-Bits führenden Reihensignals. Der Drehstellungsgeber 109 ist mit einer Übertragungsstrecke 112 verbunden, auf welcher das Reihensignal zu der nicht dargestellten Steuereinheit übertragen wird; der Elektromotor 101 ist an eine Über-

tragungsstrecke 113 angeschlossen, auf welcher die Steuereinheit Energie bzw. Strom für den Drehantrieb der Hauptwelle 101a überträgt.

Die Übertragungsstrecke 111 besteht aus einer mit einer 5 V-Stromversorgung 109k verbundenen 5 V-Stromleitung 111b, einer mit einem Masseanschluß 109m verbundenen Masse-Stromleitung 111c und einer an den Analog/Digital-Wandler 109f angeschlossenen Signalleitung 111a. Die Übertragungsstrecke 112 besteht aus einer mit einer 5 V-Stromversorgung 109i verbundenen 5 V-Stromleitung 112c, einer mit einem Masseanschluß 109j verbundenen Masseanschluß 112d, sowie einer Busleitung 112a und einer Rücklaufbusleitung 112b, die beide an den Leitungstreiber 109h angeschlossen sind.

Die Arbeitsweise der mit der beschriebenen Übertragungsvorrichtung versehenen Meßsignalzuführanordnung ist nachstehend kurz erläutert.

Wenn zur Betätigung der Meßsignalzuführanordnung ein Ansteuer- oder Treibersignal von der Steuereinheit über die Übertragungsstrecke 113 zum Elektromotor 101 übertragen wird, setzt sich die Hauptwelle 101a des Elektromotors in Drehung, und die Lastmeßzelle 106 fährt herab, um einen Druck auf das Werkstück 108 auszuüben. Der auf die Lastmeßzelle 106 ausgeübte Druck wird mittels des Drucksensors 110 detektiert bzw. erfaßt, wobei das resultierende Druckdatensignal über die Übertragungsstrecke 111 für Analog/Digitalumwandlung zum Drehstellungsgeber 109 übertragen wird. Die Stellungsdaten für die bzw. der Hauptwelle 101a werden ebenfalls durch den Drehstellungsgeber 109 abgegriffen, welcher ein Signal überträgt, in welchem das Druckdatensignal (als digitale Größe) dem resultierenden Stellungsdatensignal (dem Zählstand) überlagert ist.

Fig. 6 veranschaulicht ein Format des Serien- oder Reihensignals, in welchem das Druckdatensignal und CRC-Bits dem Stellungsdatensignal überlagert sind.

Das in Fig. 6 dargestellte Format kann typischerweise einen Manchester-Code von 500 kbps (kb/s) benutzen. Dabei geht eine Pausenlücke 120 der Übertragung verschiedener Datenarten voraus; die Ziffer 121 steht für die 16 Bit-Stellungsdaten (den Zählstand des Aufwärts/Abwärtszählers), welche der Lücke 120 folgen und durch den Drehstellungsgeber 109 erfaßt worden sind; auf die Stellungsdaten 121 folgt ein 8 Bit-Leerraum 122; die Ziffer 123 steht für 8 Bit-Druckdaten, die auf den Leerraum 122 folgen und durch Digitalumwandlung nach der Detektion durch den Drucksensor 110 erzeugt worden sind; und die Ziffer 124 steht für 8 CRC-Bits, welche auf die Druckdaten 123 folgen und den Inhalt der Datenreihe oder -kette prüfen (bzw. zu deren Prüfung dienen). Die Stellungsdaten 121, der Leerraum 122 und die Druckdaten 123 bilden 32 Bit-Daten, während die Pausenlücke 120, die Stellungsdaten 121, der Leerraum 122, die Druckdaten 123 und die CRC-Bits 124 einen Rahmen bzw. ein Feld (frame) bilden. Reihensignale eines Felds werden über die Übertragungsstrecke 112 entsprechend dem Ergebnis der Detektion oder Erfassung von Stellungs- und Druckdaten wiederholt zur Steuereinheit übertragen. Die Steuereinheit führt verschiedene Verarbeitungsoperationen auf der Grundlage der übertragenen Stellungs- und Druckdaten durch.

Bei der zweiten Ausführungsform ist somit die Übertragungsstrecke 111 vom Drucksensor 110 im Gegensatz zum Stand der Technik nicht unmittelbar mit der ziemlich entfernt angeordneten Steuereinheit verbunden, sondern an den Drehstellungsgeber 109 ange-



schlossen, der seinerseits in ziemlich kurzer Entfernung angeordnet ist. Außerdem wird das Druckdatensignal über die Übertragungsstrecke 112 vom Drehstellungsgeber 109 zur Steuereinheit übertragen; die Zahl der erforderlichen Übertragungswege oder -strecken kann daher zu einem Kanal reduziert werden, wobei gleichzeitig die Dicke des zu benutzenden Kabels verkleinert sein kann.

Fig. 7 ist eine vereinfachte Seitenansicht eines Einachsen-Positioniergerätes, das eine Vorrichtung zum Übertragen von Signalen von einem Stellungsgeber gemäß der dritten Ausführungsform der Erfindung verwendet. Fig. 8 veranschaulicht schematisch den wesentlichen Teil von Fig. 7, wobei die Bauelemente oder -teile, welche die gleichen Funktionen erfüllen wie die an-

In Fig. 7 ist mit der Ziffer 117 der Hauptkörper der Maschine (des Positioniergeräts) bezeichnet, welcher an der Oberseite folgende Bauteile trägt einen Tisch 118, der auf dem Hauptkörper 117 gemäß Fig. 7 entweder nach rechts oder nach links verschiebbar ist, sowie Näherungssensoren 116, 126 und 136 zum Detektieren bzw. Erfassen des Bewegungszustands des Tisches 118. Die Näherungssensoren 116, 126 und 136 sind über jeweilige Übertragungsstrecken 131, 141 bzw. 151 mit einem Drehstellungsgeber 109 so verbunden, daß durch die Sensoren 116, 126 und 136 erfaßte Näherungsdatensignale zum Drehstellungsgeber 109 übertragen werden können. Die Näherungsdatensignale sind Digitalsignale und können, wie im Fall der zweiten Ausführungsform, dem im bzw. durch den Drehstellungsgeber 109 detektierten Stellungsdatensignal überlagert sein.

Die Übertragungsstrecke 131 (oder 141 oder 151) besteht aus einer mit einer 5 V-Stromversorgung 109k verbundenen 5 V-Stromleitung 131b (oder 141b oder 151b), einer mit einem Masseanschluß 109m verbundenen Masse-Stromleitung 131c (oder 141c oder 151c) und einer mit einem Parallel/Reihenwandler 109e verbundenen Signalleitung 131a (oder 141a oder 151a).

Wenn sich der auf dem Hauptkörper 117 der Maschine verschiebende Tisch 118 sich einem der Näherungssensoren 116, 126 und 136 annähert, liefert der Sensor, an den sich der Tisch annähert, ein EIN-Signal, während die anderen Sensoren ein AUS-Signal abgeben, wobei diese Signale zum Drehstellungsgeber 109 übertragen werden, welcher diese Näherungsdatensignale (logische Pegel) dem Stellungsdatensignal überlagert und das resultierende Signal zur Steuereinheit überträgt.

Fig. 9 veranschaulicht das Format des Serien- oder Reihensignals, bei dem die Näherungsdatensignale und CRC-Bits dem Stellungsdatensignal überlagert sind.

Das Format gemäß Fig. 9 unterscheidet sich von dem in Verbindung mit der zweiten Ausführungsform dargestellten dadurch, daß die 8 Bit-Druckdaten 123 in digitaler Form durch logische Pegel 116a, 126a und 136a von den Näherungssensoren 116, 126 bzw. 136 ersetzt sind. Jeder dieser logischen Pegel umfaßt ein Bit, und diese Pegel umfassen daher insgesamt drei Bits. Zur Bildung von 32 Bit-Daten ist oder wird daher die Zahl der Bits im Leerraum 122 des Formats gemäß Fig. 9 von 8 auf 13 erhöht.

Die oben beschriebene dritte Ausführungsform gewährleistet den gleichen Vorteil wie die zweite Ausführungsform; genauer gesagt die Übertragungsstrecken

131, 141 und 151 von den Näherungssensoren 116, 126 bzw. 136 sind im Gegensatz zum Stand der Technik nicht unmittelbar mit der ziemlich weit entfernt angeordneten Steuereinheit verbunden, sondern vielmehr an den Drehstellungsgeber 109 angeschlossen, der in einem vergleichsweise kurzen Abstand angeordnet ist. Außerdem werden die Näherungsdatensignale über die Übertragungsstrecke 112 vom Drehstellungsgeber 109 zur Steuereinheit übertragen; folglich kann die Zahl der erforderlichen Übertragungsstrecken auf einen Kanal verkleinert sein, wobei gleichzeitig die Dicke des zu verwendenden Kabels kleiner sein kann.

Obgleich vorstehend die zweiten und dritten Ausführungsformen der Erfindung im einzelnen beschrieben worden sind, ist darauf hinzuweisen, daß die Erfindung keineswegs hierauf beschränkt, sondern innerhalb ihres Rahmens und Grundgedankens verschiedenen Abwandlungen zugänglich ist. Lediglich als ein Beispiel kann der Drehstellungsgeber, der als Stellungsdetektor oder -geber benutzt wird, durch einen Funktionsdrehmelder ersetzt werden oder sein.

Bei der zweiten Ausführungsform werden die Druckdaten von dem außerhalb des Stellungsgebers angeordneten Drucksensor als von den Stellungsdaten verschiedene Daten benutzt, während bei der dritten Ausführungsform die Näherungsdaten von den Näherungssensoren als von den Stellungsdaten verschiedene Daten benutzt werden.

Dies sind jedoch nicht die einzigen, von den Stellungsdaten verschiedenen Daten, da gewünschtenfalls mehrere (verschiedene) Daten von anderen Sensoren, die innerhalb oder außerhalb des Stellungsgebers angeordnet sind, benutzt werden können, z. B. Temperaturdaten von einem Temperatursensor, Konzentrationsdaten von einem Konzentrationssensor sowie Gas- oder Flüssigkeitsdurchsatzdaten von einem Durchsatz- oder Strömungssensor; diese Daten können einer Analog-Digitalumwandlung so unterworfen werden, daß sie den Stellungsdaten überlagert werden können. Diese Nicht-Stellungsdaten können physikalisch auf den Betrieb des Elektromotors 101 bezogen oder nicht bezogen sein; das einzige Erfordernis, das zur Gewährleistung der Vorteile der Erfindung erfüllt sein muß, besteht darin, daß Sensoren zum Detektieren bzw. Abgreifen von Daten, die von den Stellungsdaten verschieden sind, innerhalb des Stellungsgebers oder außerhalb desselben in einem ziemlich kleinen Abstand davon angeordnet sein müssen.

Eine andere Möglichkeit für die Überlagerung von Daten zu den Stellungsdaten ist ein Klassifiziercode, welcher angibt, daß der in Betrieb befindliche Stellungsgeber ein Funktionsdrehmelder oder ein Schrittdrehstellungsgeber oder ein Absolutdrehstellungsgeber ist, oder ein Klassifizierungscode, welcher die Wattleistung des Ausgangs des Motors, an welchem der Stellungsgeber montiert ist, (d. h. die Motor-Ausgangsleistung) prüft.

Die vorstehende Beschreibung der zweiten und dritten Ausführungsform bezieht sich auf den Fall, in welchem das Seriensignal des 16 Bit-Zählstands auf einem einzigen Kanal übertragen wird, während ihm Sensorsignale überlagert sind. Erforderlichenfalls können die Schrittsignale für die beiden Phasen A und B unmittelbar von zwei Ausgangskanälen geliefert werden, ohne dem Zähler eingespeist zu werden, während der dritte Kanal das Reihensignal aus dem Ursprungssignal (Phase Z) und den Poldetektionssignalen für die drei Phasen (U, V und W) ausgibt. Auch in diesem Fall können die

vorgesehenen Vorteile der Erfindung durch Überlagerung der Daten von anderen Sensoren zu den Daten im dritten Kanal gewährleistet werden.

Wahlweise kann die Änderungsgröße im 16 Bit-Zahlstand pro Zeiteinheit als Reihensignal gesandt werden, wobei die Daten von anderen Sensoren diesem Reihensignal überlagert sind; auf diese Weise können die erfindungsgemäßen Vorteile ebenfalls erzielt werden.

Die vorstehende Beschreibung von zweiter und dritter Ausführungsform befaßt sich auch mit dem Fall, in welchem der Stellungsgeber auf eine Meßsignalzuführanordnung bzw. ein Positioniergerät angewandt ist. Der Grundgedanke der Erfindung ist jedoch in keiner Weise auf derartige Anordnungen oder Geräte beschränkt, sondern selbstverständlich auch auf verschiedene andere Geräte, wie Werkzeugmaschinen und Arbeitsautomaten, übertragbar.

Wie vorstehend beschrieben, ist die Signalübertragungsvorrichtung gemäß zweiter und dritter Ausführungsform derart ausgelegt, daß Stellungsdaten über die zugeordnete Übertragungsstrecke als Reihensignal zur Steuereinheit übertragen werden, während gleichzeitig andere, von den Stellungsdaten verschiedene Daten in Überlagerung zu diesem Reihensignal übertragen werden. Hierdurch werden ebenfalls die oben mehrfach angegebenen Vorteile erzielt.

#### Vierte und fünfte Ausführungsform

Im folgenden sind vierte und fünfte Ausführungsformen der Erfindung anhand der Zeichnung im einzelnen beschrieben.

Die vierte Ausführungsform entspricht der ersten Ausführungsform mit dem Unterschied, daß Signale von mehreren Stellungsgebern durch die Signalübertragungsvorrichtung übertragen und anschließend verarbeitet werden. In einem Fall, wie bei einem Arbeitsautomaten, ist es häufig nötig, mehr als einen Elektromotor durch eine einzige Steuereinheit zu steuern, wie dies in Fig. 11 allgemein veranschaulicht ist.

Die Anordnung gemäß Fig. 11 umfaßt zwei Elektromotoren, die durch eine einzige Steuereinheit anzusteuern sind. Mit den Ziffern 1 und 72 sind dabei ein erster Elektromotor (Motor Nr. 1) bzw. ein zweiter Elektromotor (Motor Nr. 2) bezeichnet. Der erste Elektromotor 1 (oder der zweite Elektromotor 72) ist mit einem Stellungsgeber ausgestattet, bei dem es sich typischerweise um einen Drehstellungsgeber (erster Drehstellungsgeber 4 für ersten Elektromotor und zweiter Drehstellungsgeber 74 für zweiten Motor) zum Erfassen von Stellungsdaten an der Hauptwelle 1a (oder Hauptwelle 72a des zweiten Motors 72) handelt. In Abhängigkeit von den erfaßten Stellungsdatensignalen wird Motorantriebsstrom oder -energie von einer biaxialen Steuereinheit 16 dem ersten Motor 1 und dem zweiten Motor 72 über ein erstes Motorkabel 31 bzw. ein zweites Motorkabel 71 zuge speist.

Fig. 10 veranschaulicht schematisch den Übertragungsabschnitt der Signalübertragungsvorrichtung gemäß der vierten Ausführungsform.

In Fig. 10 steht die Ziffer 8 (oder 8m) für einen Leistungstreiber im ersten Drehstellungsgeber 4 (oder zweiten Drehstellungsgeber 74), der mit einer ersten Reihensignalleitung 7 (bzw. 7m) verbunden ist. Der Leistungstreiber 8 (oder 8m) weist eine Busleitung 14 (oder 14m) und eine Rücklaufbusleitung 11 (oder 11m) auf, die mit einem Leitungsempfänger 14 (bzw. 14m) in einer Steuereinheit 16 verbunden sind. Der erste Drehstel-

lungsgeber 4 weist eine 5 V-Stromversorgung 18 und einen Masseanschluß 19 auf. Der zweite Drehstellungsgeber 74 ist mit einer 5 V-Stromversorgung 18m und einem Masseanschluß 19m versehen. Die Steuereinheit 16 weist eine 5 V-Stromversorgung 41 und einen Masseanschluß 42 auf. Die 5 V-Stromversorgungen 18 und 41 sind durch eine 5 V-Stromleitung 12 verbunden; die Masseanschlüsse 19 und 42 sind durch eine geerdete oder Massestromleitung 13 verbunden; die 5 V-Stromversorgungen 18 und 18m sind durch eine 5 V-Stromleitung 12m verbunden; die Masseanschlüsse 19 und 19m sind durch eine Massestromleitung 13m verbunden. Die 5 V-Stromleitungen 12 und die Massestromleitungen 13 sind zusammen mit den Busleitungen 10 und 10m sowie den Rücklaufbusleitungen 11 und 11m in einem gemeinsamen Übertragungskabel 9 gebündelt. Die 5 V-Stromleitung 12m und die Massestromleitung 13m, die Zweige oder Abzweigungen von der betreffenden Stromleitung 12 bzw. der Massestromleitung 13 sind, im ersten Drehstellungsgeber 4 sind zusammen mit der Busleitung 10m und der Rücklaufbusleitung 11m in einem Übertragungs(kommunikations)kabel 89 gebündelt.

Bei der vierten Ausführungsform enthält somit das einzige gemeinsame Übertragungskabel 9 nicht nur die Busleitung 10 und die Rücklaufbusleitung 11 für den ersten Drehstellungsgeber 4, sondern auch die Busleitung 10m und die Rücklaufbusleitung 11m für den zweiten Drehstellungsgeber 74. Außerdem enthält das Kabel 9 die Stromleitungen (d. h. 5 V-Stromleitung 12 und Massestromleitung 13), die für die beiden Drehstellungsgeber 4 und 74 gemeinsam verlaufen bzw. vorgesehen sind. Der erste Drehstellungsgeber 4 ist mit dem zweiten Drehstellungsgeber 74 über die 5 V-Stromleitung 12m und die Massestromleitung 13m, die Abzweigungen der entsprechenden Stromleitung 12 bzw. der Massestromleitung 13 sind, im ersten Drehstellungsgeber 4 verbunden. Auf diese Weise können die 5 V- und Massestromleitungen, die bisher zum Verbinden des zweiten Drehstellungsgebers 74 mit der Steuereinheit 16 nötig waren, weggelassen werden, so daß der Kabelmantel für die weggelassenen Stromleitungen unnötig wird und damit die Kabelkosten gesenkt werden.

Durch Weglassung dieser Stromleitungen wird außerdem das Kabel entsprechend dünner, so daß auch der vom Kabel eingenommene Raum kleiner wird. Ferner können die Elemente zur Halterung des Bündels aus Signal- und Stromleitungen im Kabel vergleichsweise einfach ausgebildet sein, was einen größeren Spielraum bezüglich der Kabelauslegung erlaubt.

Die Ausgestaltung der anderen, vom Übertragungsabschnitt der erörterten Anordnung verschiedenen Abschnitte sowie ihre Arbeitsweise sind im folgenden beschrieben:

Fig. 12 ist eine vereinfachte perspektivische Darstellung des ersten Drehstellungsgebers 4 als erster Stellungsgeber; Fig. 13 veranschaulicht schematisch den Innenaufbau des ersten Drehstellungsgebers 4, während Fig. 14 schematisch den an den ersten Drehstellungsgeber 4 angeschlossenen Teil der Steuereinheit 16 veranschaulicht. Die Fig. 12 bis 14 sind bezüglich der Veranschaulichung des ersten Drehstellungsgebers 4 oder des zweiten Drehstellungsgebers 74 jeweils völlig identisch. Zur Vermeidung von Wiederholungen richten sich diese Figuren und die zugeordneten Erläuterungen nicht auf den zweiten Drehstellungsgeber 74, sondern lediglich auf den ersten Drehstellungsgeber 4. Die Bauteile, die den in Verbindung mit der ersten Ausführungsform gemäß Fig. 1 beschriebenen Teilen gleich sind, sind im



folgenden mit den gleichen Bezugswerten wie vorher bezeichnet und nicht mehr im einzelnen beschrieben.

Wenn von der Steuereinheit 16 her Antriebs- oder Ansteuerleistung über das Motorkabel 31 an den Elektromotor 1 angelegt wird, um diesen in Betrieb zu setzen, beginnt seine Hauptwelle 1a sich zu drehen, wobei der Poldetektormagnet 2 und das magnetische Registrierungselement 3 eine Magnetfeldänderung herbeiführen. Die resultierenden Magnetfeldänderungen werden mittels der Hall-Vorrichtungen 4a als Antriebsstellungsdaten für die Phasen U, V und W abgenommen. Der MR-Sensor 4a erfaßt die Änderungen als Stellungsdaten für die Phasen Z, A und B, wobei die beiden letztgenannten Phasen als Sinuswellen detektiert bzw. abgegriffen werden. — Diese Datensignale Vu, Vv, Vw, Vz, Va und Vb (vgl. Fig. 13) werden der Wellenformschaltung 4c eingespeist und durch diese zu Rechteckwellen geformt. Die so erhaltenen geformten Signale für die Phasen A und B sind in den Fig. 16(b) und 16(c) dargestellt. Diese geformten Rechtecksignale (Stufen- oder Schrittsignale) A und B werden hierauf einer vierfachen Impulsgenerator/Richtungsdetektorschaltung 40 eingespeist und in dieser in vierfache (quadrupled) Impulse sowie Aufwärts/Abwärtssignale umgewandelt, die jeweils einem 6 Bit-Aufwärts/Abwärtszähler 5 zum Zählen in ansteigender oder absteigender Reihenfolge eingespeist werden.

Ein Betriebsbeispiel der genannten Schaltung 40 sowie des Aufwärts/Abwärtszählers 5 ist in Fig. 18 veranschaulicht.

Gemäß Fig. 18 wird ein vierfacher Impuls oder Vierfachimpuls (a) synchron mit der Flanke eines Signals A oder B (wenn eine Verschiebung bzw. ein Übergang von einem Signal zum anderen auftritt) erzeugt, während ein Abwärtssignal (b) in der Weise erzeugt wird, daß es die Richtung des Zählmodus entsprechend der Phasenvoreilung oder -nacheilung der Signale A und B angibt; wenn die Phase des Signals B voreilt, weist das Aufwärts/Abwärtssignal ein Zählen in einer ansteigenden Richtung an, während bei einem Voreilen der Phasen A das gleiche Signal ein Zählen in einer absteigenden Richtung anweist. Der Zählwert (c) des Aufwärts/Abwärtszählers wird somit in Abhängigkeit vom Vierfachimpuls (a) und vom Aufwärts/Abwärtssignal (b) schrittweise gezählt.

Bei der vorliegenden vierten Ausführungsform vermag der Aufwärts/Abwärtszähler 5 seinen Wert bzw. Zählstand in gegebenen Zeitabständen in Abhängigkeit von einem (Abtast-)Signal ABTAST von einem Kommunikations- bzw. Übertragungssteuerteil 50 (vgl. Fig. 16(e)) abzutasten. Wenn der abgetastete Zählerwert bzw. Zählstand in den Parallel/Reihenwandler 6 geladen wird, löscht dieser seinen Wert in Abhängigkeit von einem Löschesignal vom Kommunikations- oder Übertragungssteuerteil 50 (vgl. Fig. 16(f)). Bei der vierten Ausführungsform eilt die Phase des Signals B gegenüber der Phase des Signals A jederzeit voraus, so daß der Wert oder Zählstand des Aufwärts/Abwärtszählers 5 auf die in Fig. 16(d) gezeigte Weise erscheint.

Die Werte oder Zählstände des Aufwärts/Abwärtszählers 5 werden dem Parallel/Reihenwandler 6 als 6 Bit-Signale b0—b5 eingespeist. Andererseits werden die geformten Rechteckstellungssignale U, V, W und Z dem Parallel/Reihenwandler 6 unmittelbar eingespeist.

Im Wert oder Zählstands des Zählers 5 bezeichnet b5 das höchstwertige Bit bzw. MSB, während b0 das niedrigstwertige Bit bzw. LSB bezeichnet; diese Bits sind so

gesetzt, daß dann, wenn die Phase des Signals B voreilt, b5 gleich Null ist, während beim Voreilen der Phase des Signals A b5 gleich 1 ist.

Die in Fig. 16(b) und 16(c) eingekreisten Ziffern sind auf die in Fig. 16(d) eingekreisten Ziffern bezogen. Mit anderen Worten: die Änderungspunkte des Signals A (Fig. 16(b)) oder B (Fig. 16(c)) entsprechen den Änderungen der Werte oder Zählstände des Aufwärts/Abwärtszählers 5.

Die in Fig. 16(d) nicht eingekreisten Ziffern beziehen sich auf die Werte bzw. Zählstände des Aufwärts/Abwärtszählers 5.

Der Grund für die Auslegung dieses Zählers 5 zur Lieferung von 6 Bit-Zählungen oder -Zählständen ist nachstehend erläutert.

Es sei angenommen, daß das vom Parallel/Reihenwandler 6 gelieferte Reihensignal eine Ausbreitungsgeschwindigkeit von 500 kbps (bzw. kb/s) aufweist und außerdem das Reihensignal ein in Fig. 16(a) gezeigtes Format besitzt. Die Abtastung eines Rahmens bzw. Felds dauert somit 38 µs. Wenn vorausgesetzt wird, daß die Phasen A und B bei jeder Umdrehung der Hauptwelle 1a, die mit bis zu 5000 U/min rotieren kann, 2048 Impulse erzeugen bzw. liefern, bestimmt sich die Frequenz der Vierfachimpulse wie folgt:

$$5000 \text{ (U/min)} / 60 \text{ (s)} \times 2048 \text{ (Impulse)} \times 4 \text{ (Multiplikationsfaktor)} = 682,7 \text{ (kHz)}$$

Da die Abtastperiode, wie angegeben, 38 µs beträgt, bestimmt sich die Zahl der Impulse, die in dieser Periode erzeugt werden können, durch:

$$682,7 \text{ (kHz)} \times 38 \text{ (µs)} = 25,9 \text{ (Impulse)/Periode}$$

Da  $25,9 < 31 = 2^5 - 1$  gilt, läßt sich schließen, daß im Hinblick auf die Richtung des Zählmodus 6 Bits für die Werte oder Zählstände des Aufwärts/Abwärtszählers 5 ausreichen.

Der 6 Bit-Wert oder -Zählstand des Aufwärts/Abwärtszählers und die Stellungsdatensignale U, V, W und Z werden dem Parallel/Reihenwandler 6 zugeführt, in welchem sie in Reihensignale umgesetzt werden. Der Wandler 6 liefert somit Reihensignale eines Formats der in Fig. 16(a) gezeigten Art.

Wie erwähnt, setzt das Format gemäß Fig. 16(a) eine Übertragungsgeschwindigkeit von 500 kbps (kb/s) und eine Abtastperiode von 38 µs pro Feld voraus.

Eine Ziffer 220 in Fig. 16(a) bezeichnet eine Pausenlücke, welche der Übertragung verschiedener Datenarten vorausgeht; 221 ist ein Start-Bit, das auf die Lücke 220 folgt und den Start (Beginn) der Datenübertragung meldet; die Ziffer 222 steht für einen 6 Bit-Zählstand, welcher auf das Start-Bit 221 folgt und vom Aufwärts/Abwärtszähler 5 übertragen wird; die Ziffer 223 steht für Stellungsdatensignale für U, V, W und Z, welche dem Zählstand 222 folgen und von der Wellenformschaltung 4c übertragen werden; schließlich steht die Ziffer 224 für vier CRC-Bits, welche auf die Stellungsdatensignale U, V, W und Z folgen und eine Folge von Daten (auf etwaige Fehler) prüfen. Die CRC-Bits 224 sollen Daten-signalen in Abhängigkeit von einem Signal von einem Fehlerdetektor-CRC-Bitaddierer 51 hinzuaddiert werden. Die Pausenlücke 220, das Start-Bit 221, der Zählstand 222, die Stellungsdatensignale 223 sowie die CRC-Bits 224 bilden ein Feld bzw. einen Rahmen. Der in diesem Format benutzte Code kann ein Manchester-Code sein.

Reihensignale eines auf diese Weise erzeugten Felds werden wiederholt über den Leitungstreiber 8 und das Drehstellungsgeberkabel 9 zur Steuereinheit 16 übertragen, während die zu übertragenden Daten entsprechend den Detektionssignalen von den Hall-Vorrichtungen 4a und dem MR-Sensor 4b aktualisiert werden.

Die interessierenden Reihensignale werden über das Drehstellungsgeberkabel 9 übertragen und vom Leitungsempfänger 14 in der Steuereinheit 16 empfangen. Diese Reihensignale werden im Reihen/Parallelwandler 15 wieder in Parallelsignale umgewandelt, wobei Daten zu dem Zeitpunkt erzeugt werden, zu dem das Auftreten der CRC-Bits 224 verifiziert wird, nämlich zum Zeitpunkt gemäß Fig. 17(g).

Die Stellungendaten  $U'$ ,  $V'$ ,  $W'$  und  $Z'$  für die Phasen  $U$ ,  $V$ ,  $W$  bzw.  $Z$  in paralleler Form werden als solche (wie sie sind) für nachfolgende Verarbeitung weitergeleitet; andererseits werden die 6 Bit-Zählstände einer Absolutwertschaltung 45 (vgl. Fig. 14) eingespeist, in welcher auf der Grundlage des Werts oder der Größe von  $b_5$  eine Entscheidung getroffen wird, ob jeder Zählstand positiv oder negativ ist. Das Kriterium für die Entscheidung ist derart, daß der Zählstand im Fall von  $b_5 = 0$  als positiv und im Fall von  $b_5 = 1$  als negativ bestimmt wird. Im Fall von  $b_5 = 1$  führt die Schaltung 45 eine Berechnung für  $100\,000(2) - b_4b_3b_2b_1b_0(2)$  aus; das Ergebnis wird als Ausgangssignal von der Schaltung 45 geliefert. Das Ausgangssignal der Schaltung 45 besteht aus 5 Bits und ist als  $b_4'b_3'b_2'b_1'b_0'$  codiert. In obiger Rechnungsformel repräsentieren die in Klammern stehenden Ziffern die Wurzel eines fraglichen Zahlensystems, und (2) steht für eine Zahl in binärer Setzung.

Im folgenden ist zunächst ein bei 43 in Fig. 14 dargestellter 1/12-Frequenzteiler beschrieben. Gemäß der Berechnung der Zahl von Bits, die für den Aufwärts/Abwärtszähler 5 benötigt werden, reicht die Erzeugung von bis zu 26 Impulsen innerhalb von  $38\,\mu\text{s}$  für einen nachgeschalteten Impulsgenerator 46 aus. Bei der vorliegenden vierten Ausführungsform ist jedoch ein Taktgeber, der 31 Impulse innerhalb von  $38\,\mu\text{s}$  zu generieren vermag, erforderlich, um das Zittern in den Signalen für Phasen A und B zu reduzieren (bezüglich Einzelheiten vgl. spätere Beschreibung). Genauer gesagt: die Frequenz des erforderlichen Takts läßt sich wie folgt ausdrücken:

$$31(\text{Impulse})/38(\mu\text{s}) = 815,8(\text{kHz})$$

Wenn der Grundtakt eine Frequenz von 10 MHz besitzt, bestimmt sich die erforderliche Zahl an Frequenzteilungen zum Erzeugen des nötigen Takts wie folgt

$$10(\text{MHz})/815,8(\text{kHz}) = 12,3(\text{Teilungen})$$

Dies stellt den Grund dafür dar, weshalb bei der vierten Ausführungsform der 1/12-Frequenzteiler 43 verwendet wird.

Der Ausgang bzw. das Ausgangssignal dieses 1/12-Frequenzteilers 43, nämlich die Erzeugung von 31 Impulsen mit einer Taktfrequenz von 10/12 Mz, stimmt jedoch nicht genau mit  $38\,\mu\text{s}$  überein, weshalb ein Rücksetzsignal (RESET) entsprechend einem Rahmen bzw. Feld der Reihensignale vom Reihen/Parallelwandler 15 empfangen oder abgenommen wird, um die beiden Parameter miteinander übereinstimmen zu lassen. Das so empfangene oder abgenommene Rücksetzsignal ist in Fig. 17(h) dargestellt. Nach der Erzeugung des 31. Impulses einer Taktfrequenz von 10/12 MHz gemäß

Fig. 17(i) wird der 1/12-Frequenzteiler 43 auf Stillstand rückgesetzt, und sein Rücksetzzustand wird zum Zeitpunkt der Datenaufstellung gemäß Fig. 17(g) gelöscht. Jeder Impuls wird somit in einem Intervall oder Abstand von  $1,2\,\mu\text{s}$  erzeugt, wobei das Intervall zwischen dem 31. Impuls und dem ersten Impuls der nächsten Periode  $2,0\,\mu\text{s}$  beträgt.

Die frequenzgeteilten Signale für 31 Impulse werden einem  $1/2^n$ -Frequenzteiler 44 eingespeist, in welchem sie in fünf Impulsreihen unterschiedlicher Impulsdichten geteilt werden. Bezüglich der Konzepte des  $1/2^n$ -Frequenzteilers 44 und eines nachstehend zu beschreibenden Impulsgenerators 46 vgl. Seiten 154–157 von "Digital Kairo — Kiso to Oyo — (Digital Circuits — Basics and Applications)", Hiroshi Kawaharada, Oktober 15, 1982, Shokodo Publishing Company. Gemäß der Theorie der Impulsverteilung nach der MIT-Technik wird der Takt von 10/12 MHz in bzw. auf fünf Takte gemäß den Fig. 17(j) bis 17(n) verteilt; CLK16 enthält ungeradzahlig Impulse; CLK8 enthält Impulse, die zur Lieferung des Rests von 2 durch 4 dividiert sind; CLK4 enthält Impulse, die unter Bildung des Rests 4 durch 8 dividiert sind; CLK2 enthält Impulse, die unter Bildung des Rests 8 durch 16 dividiert sind; schließlich enthält CLK1 Impulse, die unter Bildung des Rests 16 durch 32 dividiert sind.

Die Takte CLK16, CLK8, CLK4, CLK2 und CLK1 sowie das Ausgangssignal  $b_4'b_3'b_2'b_1'b_0'$  von der Absolutwertschaltung 45 werden dem Impulsgenerator 46 eingespeist.

Der Impulsgenerator 46 besteht gemäß Fig. 15 aus UND-Gliedern 46a sowie einem ODER-Glied 46b; je nach dem Inhalt des Signals  $b_4'b_3'b_2'b_1'b_0'$  wählt der Generator 46 CLK16, CLK8, CLK4, CLK2 oder CLK1 zum Ausgeben einer logischen Summe. Wenn  $b_4'b_3'b_2'b_1'b_0'$  gleich 01101(2) ist, wie im Mittelteil der Beschriftung von Fig. 17(o) angegeben, werden CLK8, CLK4 und CLK1 gewählt, d. h. Impulse 2, 4, 6, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 26, 28 und 30 bei einer Taktfrequenz von 10/12 MHz werden gewählt und summiert, um Impulse gemäß Fig. 17(p) zu bilden. Wie aus Fig. 17(p) hervorgeht, sind die Ausgangsimpulse unter Reduzierung des Auftretens von Zittern praktisch gleichförmig beabstandet. Eine unmittelbar nachstehend zu beschreibende A/B-Phasengeneratorschaltung 47 liefert somit Ausgangssignale A' und B', die einen geringen Zitteranteil enthalten.

Die in Fig. 17(p) dargestellte Impulsreihe wird der A/B-Phasengeneratorschaltung 47 eingespeist, welche Stufen- oder Schrittsignale A' und B' regeneriert.

Die genannte Schaltung 47 ist so ausgelegt, daß sie je nach dem Wert bzw. der Größe von  $b_5$  im 6 Bit-Zählstand, der vom Reihen/Parallelwandler 15 übertragen wird, den Ausgang des Impulsgenerators 46 entweder auf einen Aufwärts-Eingang oder einen Abwärts-Eingang schaltet. Insbesondere wird der Ausgang vom Impulsgenerator 46 im Fall von  $b_5 = 0$  auf einen Aufwärts-Eingang und im Fall von  $b_5 = 1$  auf einen Abwärts-Eingang geschaltet. Rechteckwellen für die beiden Phasen A und B werden in der Weise generiert, daß die Phase des Signals B voreilt, wenn ein Impuls zum Ausgang oder Ausgangssignal vom Impulsgenerator 46 hinzuaddiert wird; in Abhängigkeit von einem Aufwärts-Eingang (bzw. Eingangssignal) läßt die Schaltung 47 die Phase des Signals B voreilen, während in Abhängigkeit von einem Abwärts-Eingang die Phase des Signals A zum Voreilen gebracht wird. Ausgangssignale der A/B-Phasengeneratorschaltung 47 sind in den Fig. 17(q) bzw.

17(r) dargestellt; ersichtlicher Weise eilt dabei die Phase des Signals B der Phase des Signals A voraus.

In den Fig. 16(b) und 16(c) mit ①, ②... bezeichnete Flanken entsprechen den in den Fig. 17(q) und 17(r) auf gleiche Weise bezeichneten Flanken, wobei sich ersichtlicher Weise Zeitverzögerungen entwickelt haben. Dies ist entweder auf eine Verzögerung in der Reihenübertragung oder die Wartezeit für die Datenherstellung oder -bestimmung zurückzuführen, doch beträgt die tatsächliche Zeitdifferenz nur 64 µs, was als Verzögerung bei der Übertragung der Signale für Phasen A und B kein besonders großes Problem darstellt. Diese Übertragungsverzögerung kann weiterhin durch Erhöhung der Übertragungsgeschwindigkeit von 500 kb/s auf 1 Mb/s verringert werden.

Bei der vierten Ausführungsform werden die vom MR-Sensor 4b gelieferten Sinuswellen für die beiden Phasen A und B dem Aufwärts/Abwärtszähler 5 eingespeist; der resultierende Zählerwert bzw. Zählstand und die Stellungsdatensignale für die anderen Phasen (U, V, W und Z) werden im Parallel/Reihenwandler 6 in Reihensignale umgewandelt und dann zur Steuereinheit 16 übertragen.

Infolgedessen kann die Zahl der erforderlichen Übertragungsstrecken auf einen Kanal verringert werden, während weiterhin die Stromleitungen für den zweiten Drehstellungsgeber und der entsprechende Kabelmantel weggelassen werden können, so daß unter entsprechender Kostensenkung die Dicke des zu verwendenden Kabels verkleinert sein kann.

Fig. 19 veranschaulicht die allgemeine Anordnung einer Vorrichtung zur Übertragung von Signalen von einem Stellungsgeber gemäß einer fünften Ausführungsform der Erfindung; die Bauteile, die denen gemäß der beschriebenen vierten Ausführungsform gleich sind, sind dabei mit den gleichen Bezugsziffern wie vorher bezeichnet und nicht mehr im einzelnen beschrieben.

Die Signalübertragungsvorrichtung gemäß der fünften Ausführungsform unterscheidet sich von derjenigen nach der vierten Ausführungsform dadurch, daß die 5 V-Stromleitung 12 und die geerdete oder Massestromleitung 13 in einer in der Nähe des ersten Drehstellungsgebers 4 angeordneten Umsetzer- oder Relaiseinheit 90 verzweigt sind und diese Relaiseinheit mit dem ersten Drehstellungsgeber 4 über ein erstes Drehstellungsgeberkabel 91 verbunden ist, welches eine Busleitung 10, eine Rücklaufbusleitung 11, die 5 V-Stromleitung 12 und die Massestromleitung 13 enthält, während die Relaiseinheit mit dem zweiten Drehstellungsgeber 74 über ein zweites Drehstellungsgeberkabel 99 verbunden ist, das eine Busleitung 10m, eine Rücklaufbusleitung 11m, eine 5 V-Stromleitung 12m und eine Massestromleitung 13m enthält.

Offensichtlich gewährleistet die fünfte Ausführungsform mit dieser Ausgestaltung die gleichen Vorteile wie die vierte Ausführungsform.

In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, daß die Umsetzer- bzw. Relaiseinheit 90 vorzugsweise näher an einem der beiden Drehstellungsgeber angeordnet ist, um die Kabellänge zwischen der Relaiseinheit 90 und jedem Drehstellungsgeber zu verkürzen.

Bezüglich der beschriebenen vierten und fünften Ausführungsformen ist darauf hinzuweisen, daß die Erfindung keinesfalls darauf beschränkt, sondern innerhalb ihres Rahmens verschiedenen Abwandlungen zugänglich ist. Lediglich als Beispiel kann gesagt werden, daß die 5 V-Stromleitung 12 und die Massestromleitung 13 für beide Drehstellungsgeber gemeinsam benutzt wer-

den können; ersichtlicher Weise werden jedoch die vorgesehenen Vorteile der Erfindung effektiv auch dann erzielt, wenn nur eine dieser Stromleitungen für beide Drehstellungsgeber gemeinsam benutzt wird.

Wenn ein Absolutdrehstellungsgeber benutzt werden soll, wird im allgemeinen eine Reservestromversorgung als Einrichtung zur Berücksichtigung eines Stromausfalls vorgesehen. Gewünschtenfalls kann eine mit dieser Reservestromversorgung verbundene Reservestromleitung für beide Absolutdrehstellungsgeber gemeinsam eingesetzt werden. In diesem Fall können alle Stromleitungen, d. h. die 5 V-Stromleitung, die Massestromleitung und die Reservestromleitung, gemeinsam benutzt oder auch andere Kombinationen gemeinsam eingesetzt werden. Das einzige Erfordernis, das zur Erzielung der erfindungsgemäßen Vorteile erfüllt sein muß, besteht darin, daß mindestens eine der Stromleitungen für beide Drehstellungsgeber gemeinsam benutzt wird.

Bei vierter und fünfter Ausführungsform brauchen der erste Drehstellungsgeber 4 oder der zweite Drehstellungsgeber 74 nicht unmittelbar mit dem ersten Motor 1 oder dem zweiten Motor 72 verbunden zu sein, vielmehr können sie am betreffenden Gerät getrennt montiert sein.

Der erfindungsgemäße Grundgedanke ist auch auf ein Gerät zur Übertragung von Signalen über (optische) Lichtleiter anwendbar. Gewünschtenfalls können die Drehstellungsgeber durch Funktionsdrehmelder (resolver) ersetzt werden.

Die vorstehende Beschreibung von vierter und fünfter Ausführungsform bezieht sich auf den Fall, in welchem zwei Elektromotoren durch eine einzige Steuereinheit angesteuert werden. Offensichtlich ist der Grundgedanke der Erfindung auch auf den Fall der Ansteuerung von drei oder mehr Elektromotoren mittels einer einzigen Steuereinheit übertragbar.

Wie vorstehend beschrieben, kennzeichnen sich vierte und fünfte Ausführungsform der Erfindung dadurch, daß mindestens eine der Stromleitungen für mehrere Stellungsgeber gemeinsam benutzt wird und jede dieser gemeinsamen Stromleitungen sowie andere Leitungen (Signalleitungen) in ein einziges Übertragungskabel einbezogen sind. Aus diesem Grund kann die Zahl der Stromleitungen, welche der Zahl der Stellungsgeber minus 1 gleich ist, entfallen, so daß auch der Kabelmantel für die weggelassenen Stromleitungen unter Senkung der Kosten für das Kabel unnötig wird. Aufgrund der Weglassung dieser Stromleitungen wird darüber hinaus das Kabel entsprechend dünner und damit auch der vom Kabel eingenommene Raum kleiner. Weiterhin können die Elemente zur Halterung des Bündels der Signalleitungen im Kabel vergleichsweise einfach ausgebildet sein, was zu einem größeren Spielraum bezüglich der Kabelauflegung beiträgt.

#### Sechste und siebte Ausführungsform

Im folgenden ist die sechste Ausführungsform der Erfindung beschrieben.

Die sechste Ausführungsform bezieht sich auf ein Verfahren zur Übertragung von Signalen vom Stellungsgeber oder Detektor gemäß erster bis fünfter Ausführungsform. Ein Beispiel eines verwendbaren Stellungsdetektors oder -gebers ist ein Drehstellungsgeber.

Eine vereinfachte perspektivische Darstellung der Vorrichtung zur Übertragung von Signalen vom Drehstellungsgeber entspricht der für die Beschreibung der ersten Ausführungsform herangezogenen Fig. 1, wes-

halb die sechste Ausführungsform nachstehend anhand von Fig. 1 unter Benutzung der gleichen Bezugsziffern beschrieben ist.

Fig. 20 ist eine schematische Darstellung der Anordnung nach Fig. 1. Die Signalübertragungsvorrichtung gemäß Fig. 20 kann typischerweise in den Armabschnitt eines Arbeitsautomaten eingebaut sein.

Die Anordnung nach Fig. 1 umfaßt einen Elektromotor 1, z. B. einen bürstenlosen Motor. Der Elektromotor 1 weist eine Hauptwelle 1a auf; oberhalb einer Stirnfläche der Hauptwelle 1a ist eine Scheibe eines Poldetektormagneten 2 vorgesehen. Der Magnet 2 ist so magnetisiert, daß N- und S-Pole einander um den Umfang herum abwechseln, und er liefert Antriebsstellungsdaten in Zuordnung zu Phasen U, V und W. Oberhalb einer Stirnfläche der Hauptwelle 1a, jedoch näher an letzterer als der Poldetektormagnet 2, ist außerdem eine Scheibe eines magnetischen Registrierelements (recording medium) 3 vorgesehen. Letzteres besteht aus einem oberen Abschnitt und einem unteren Abschnitt, wobei der obere Abschnitt so magnetisiert ist, daß zwei Pole, d. h. einmal ein N-Pol und zum anderen ein S-Pol, am Umfang nebeneinander angeordnet sind, während der untere Abschnitt so magnetisiert ist, daß N- und S-Pole in Phase mit den N- und S-Polen am Umfang des oberen Abschnitts einander um den Umfang herum abwechseln. Aufgrund dieser Ausgestaltung liefert das magnetische Registrierelement 3 den Phasen Z, A und B zugeordnete Stellungendaten.

Der Elektromotor 1 ist mit einem Drehstellungsgeber 4 als Stellungsgeber zum Erfassen von den Phasen A, B, Z, U, V und W zugeordneten Stellungendaten sowie der Absolutstellungsdaten für den Elektromotor versehen. Der Drehstellungsgeber 4 ist in ein gestrichelt eingezeichnetes Gehäuse 44 eingekapselt, wobei Hall-Vorrichtungen 4a und ein MR-Sensor 4b (im Gehäuse) in Stellungen angeordnet sind, welche den magnetisierten Bereichen des Poldetektormagneten 2 bzw. des magnetischen Registrierelements 3 zugewandt sind. Die Hall-Vorrichtungen 4a sind an der Rückseite einer Basis einer noch zu beschreibenden Signalprozessorschaltung 17 montiert, die eine Wellenformschaltung 4c, eine Vervierfacher/Richtungsdetektorschaltung 40, einen Aufwärts/Abwärtszähler 5, einen Parallel/Reihenwandler 6, einen Kommunikationssteuerteil 50, einen Absolutzähler, einen Parallel/Reihenwandler 44 in Zuordnung zum Absolutzähler 43, CRC-Bitaddierer 51 und 52, einen Leitungstreiber 8, eine 5 V-Stromversorgung 18 und einen Masseanschluß 19 umfaßt. Gemäß Fig. 20 sind die Ausgangsleitungen der Hall-Vorrichtungen 4a und des MR-Sensors 4b an die Wellenformschaltung 4c zum Formen von Rechteckwellen angeschlossen. Von der Wellenformschaltung 4c abgehende Ausgangsleitungen für Phasen A und B sind an die obengenannte Detektorschaltung 40 für Umwandlung in vervierfachte (quadrupled) Impulse und ein Aufwärts/Abwärtssignal angeschlossen. Die Ausgangsleitungen der Schaltung und eine Ausgangsleitung des Kommunikationssteuerteils 50 zum Abgeben von Befehlssignalen für Löschung und Abtastung sind mit dem 6 Bit-Aufwärts/Abwärtszähler 5 verbunden, der je nach Voreilung oder Nacheilung der Phase des Signals A oder B in einer aufsteigenden oder absteigenden Reihenfolge bzw. Ordnung zählt. Die Ausgangsleitung des Aufwärts/Abwärtszählers 5 ist mit dem Parallel/Reihenwandler 6 verbunden, während die Ausgangsleitungen für die anderen Phasen (Z, U, V und W) unmittelbar an diesen Wandler 6 angeschlossen sind.

Die Ausgangsleitungen der Vervierfacher/Richtungs-

detektorschaltung 40 sind außerdem mit dem 24 Bit-Absolutzähler 43 verbunden. Die Ausgangsleitung des letzteren sowie eine Ausgangsleitung des Kommunikationssteuerteils 50 sind mit einem dem Absolutzähler 43 zugeordneten Parallel/Reihenwandler 44 verbunden. Die Ausgangsleitung des letzteren ist an den Parallel/Reihenwandler 6 angeschlossen. An letzteren ist auch die Ausgangsleitung des Fehlerdetektor-CRC-Bitaddierers 51 angeschlossen.

Eine Serien- bzw. Reihensignalleitung 7 vom Parallel/Reihenwandler 6 ist mit dem Leitungstreiber 8 verbunden.

Eine Busleitung 10 und eine Rücklaufbusleitung 11 vom Leitungstreiber 8 sind mit einem Leitungsempfänger 14 in der Steuereinheit 16 verbunden. Die Signalprozessorschaltung 17 ist mit der 5 V-Stromversorgung 18 und dem Masseanschluß 19 versehen, während die Steuereinheit 16 eine 5 V-Stromversorgung 41 und einen Masseanschluß 42 aufweist. Die beiden 5 V-Stromversorgungen 18 und 41 sind durch eine 5 V-Stromleitung 12 verbunden, und die beiden Masseanschlüsse 19 und 42 sind durch eine Massestromleitung 13 verbunden. Die 5 V-Stromleitung 12 und die Massestromleitung 13 sind innerhalb eines Drehstellungsgeberkabels 9 zusammen mit der Busleitung 10 und der Rücklaufbusleitung 11 gebündelt. Dieses Kabel ist durch zweckmäßige, nicht dargestellte Elemente gehalten.

Die Ausgangsleitung vom Leitungsempfänger 14 in der Steuereinheit 16 ist über eine Reihensignalleitung 30 mit einem Reihen/Parallelwandler 15 verbunden, so daß Stellungendaten für die Phasen Z, U, V und W, der Wert oder Zählstand des Aufwärts/Abwärtszählers, der Absolutzählerwert oder -zählstand und Fehlerdetektor-CRC-Bits vom Wandler 15 in paralleler Weise geliefert werden. Die Ausgangsleitung vom Reihen/Parallelwandler 15, dem Zählstand des Aufwärts/Abwärtszählers zugeordnet, ist mit einem A/B-Phasenregenerator 45 verbunden. Alle den Stellungendaten für die Phasen Z, U, V und W, den Zählerwerten oder Zählständen und den CRC-Bits zugeordneten Ausgangsleitungen sind an einen Fehlerdetektor 48 angeschlossen; der Absolutzählerwert oder -zählstand ist an einen Reihen/Parallelwandler 46 angelegt.

Gemäß Fig. 1 ist die Steuereinheit 16 mit dem Elektromotor 1 über ein Motorkabel 31 verbunden, so daß der Motor 1 durch die Steuereinheit 16 ansteuerbar ist.

Die betreffende Vorrichtung ist mit einer Reservestromversorgung zur Berücksichtigung eines Stromausfalls ausgestattet, doch ist diese Reservestromversorgung der Übersichtlichkeit halber in Fig. 20 nicht dargestellt.

Die Arbeitsweise der Signalübertragungsvorrichtung mit dieser Ausgestaltung ist nachstehend kurz erläutert.

Wenn von der Steuereinheit 16 über das Motorkabel 31 dem Elektromotor 1 zum Anlaufenlassen desselben Antriebsenergie zugespeist wird, beginnt sich die Motor-Hauptwelle 1a zu drehen, wobei der Poldetektormagnet 2 und das magnetische Registrierelement 3 eine Magnetfeldänderung herbeiführen. Diese Magnetfeldänderungen werden mittels der Hall-Vorrichtungen 4a als Antriebsstellungsdaten für die Phasen U, V und W abgegriffen. Der MR-Sensor 4b detektiert die Änderungen als Stellungendaten für die Phasen Z, A und B, wobei die beiden letztgenannten Phasen als Sinuswellen detektiert bzw. abgegriffen werden. Die entsprechenden Datensignale Vu, Vv, Vw, Vz, Va und Vb (vgl. Fig. 20) werden der Wellenformschaltung 4c eingespeist und durch diese in Rechteckwellen umgewandelt. Rechteck-

wellensignale A und B werden in Vierfachimpulse (quadrupled pulses) und in ein Aufwärts/Abwärtssignal in der Vervierfacher/Richtungsdetektorschaltung 40 umgewandelt. Diese Vierfachimpulse und das Aufwärts/Abwärtssignal werden dem 6 Bit-Aufwärts/Abwärtszähler 5 eingespeist, in welchem sie in einer aufsteigenden oder absteigenden Reihenfolge gezählt werden.

Bei der sechsten Ausführungsform ist der Aufwärts/Abwärtszähler 5 so ausgestaltet, daß er den Zählerwert bzw. Zählstand (counter value) in gegebenen Zeitabständen entsprechend einem Abtastsignal vom Kommunikationssteuerteil 50 abtastet. Wenn der abgetastete Zählerwert in den Parallel/Reihenwandler 6 geladen wird, löscht der Aufwärts/Abwärtszähler 5 den Zählerwert in Abhängigkeit von einem Löschesignal vom Kommunikationssteuerteil 50. Der abgetastete Zählerwert ist dabei der Größe proportional, um welche sich der Motor innerhalb einer gegebenen Zeitspanne dreht.

Der Zählerwert wird als 6 Bit-Signal b0—b5 dem Parallel/Reihenwandler 6 eingespeist, während die Rechteckwellen-Stellungsdatensignale U, V, W und Z diesem Wandler 6 unmittelbar eingegeben werden.

Die Vierfachimpulse und das Aufwärts/Abwärtssignal, die in der Schaltung 40 erzeugt worden sind, werden auch dem Absolutzähler 43 eingespeist, in welchem der Zählerwert in Übereinstimmung mit einem Abtastsignal vom Kommunikationssteuerteil 50 abgetastet wird. Der Zählerwert vom Absolutzähler 43 wird als 24 Bit-Signal ad0—ad23 dem diesem Absolutzähler zugeordneten Parallel/Reihenwandler 44 eingespeist, wobei ein Reihensignal ad des in Fig. 21(c) dargestellten Formats von diesem Wandler 44 abgegeben wird.

In Fig. 21(c) steht die Ziffer 380 für eine der Datenübertragung vorangehende Pausenlücke; mit 383 ist ein Start-Bit bezeichnet, das auf die Lücke 380 folgt und den Start oder Beginn der Signalübertragung meldet; die Ziffer 381 steht für einen 24 Bit-Absolutzählerwert, der auf das Start-Bit 383 folgt und vom Absolutzähler 43 übertragen werden soll. Die Ziffer 382 steht schließlich für 6 CRC-Bits, die auf den Absolutzählerwert 381 folgen und eine Folge von Daten (auf etwaige Fehler) prüfen. Ein Feld des Reihensignals ad besteht aus 70 Bits.

Die CRC-Bits 382 sind in Abhängigkeit von einem Signal vom Fehlerprüf-CRC-Bitaddierer 52 zu addieren.

Das Reihensignal ad wird dem Parallel/Reihenwandler 6 zusammen mit dem 6 Bit-Aufwärts/Abwärtszählerwert und den Stellungsdatensignalen U, V, W und Z eingespeist.

Der Aufwärts/Abwärtszählerwert, die Stellungsdatensignale U, V, W und Z sowie der Absolutzählerwert ad werden im Wandler 6 sowie der Parallel/Reihenwandler 44 unterworfen, worauf dieser Wandler einen Serien- oder Reihensignal D des Formats gemäß Fig. 21(a) abgibt.

In Fig. 21(a) steht die Ziffer 320 für eine Pausenlücke, die der Übertragung verschiedener Datenarten vorausgeht; mit 321 ist ein Start-Bit bezeichnet, das auf die Lücke 320 folgt und den Start der Signalübertragung meldet; die Ziffer 322 steht für einen 6 Bit-Aufwärts/Abwärtszählerwert, der auf das Start-Bit 321 folgt, und vom Aufwärts/Abwärtszähler 5 zu übertragen ist; mit 323 sind U-, V-, W- und Z-Stellungsdatensignale bezeichnet, die auf den Zählerwert 322 folgen und von der Wellenformschaltung 4c übertragen werden sollen; die Ziffer 324 steht für einen Absolutzählerwert ad (vgl. Fig. 21(c)), welcher auf die genannten Signale 323 folgt und vom Parallel/Reihenwandler 44 übertragen werden soll; die Ziffer 325 steht schließlich für 4 CRC-Bits, mit

denen eine Datenfolge (auf etwaige Fehler) geprüft wird. Die CRC-Bits 325 sind so ausgestaltet, daß sie in Abhängigkeit von einem Signal vom Fehlerdetektor-CRC-Bitaddierer 51 Datensignalen hinzuaddiert werden. Die Pausenlücke 320, das Start-Bit 321, der Aufwärts/Abwärtszählerwert 322, die Stellungsdatensignale 323, der Absolutzählerwert ad 324 und die CRC-Bits 325 bilden ein Zeichen. Der im Format benutzte Code kann ein Manchester-Code sein.

Ein Zeichen der auf diese Weise erzeugten Reihensignale wird über den Leitungstreiber 8 und das Drehstellungsgeberkabel 9 wiederholt zur Steuereinheit 16 übertragen und entsprechend den Detektionssignalen von den Hall-Vorrichtungen 4a und dem MR-Sensor 4b aktualisiert (vgl. Fig. 21(b)). Wie erwähnt, werden diese Signale durch Abtasten (sampling) in gegebenen Zeitabständen entsprechend den Abtast- und Löschesignalen erhalten, die vom Kommunikationssteuerteil 50 zuge-speist werden. Im Vergleich zum Stand der Technik wird damit die Menge der zu handhabenden Signale deutlich verringert, wodurch nicht nur die Speicherkapazität verkleinert, sondern auch die Signalübertragungszeit verkürzt wird.

Die betreffenden Reihensignale werden über das Drehstellungsgeberkabel 9 übertragen und vom Leitungsempfänger 14 in der Steuereinheit 16 empfangen. Diese Reihensignale werden im Reihen/Parallelwandler 15 wieder in Parallelsignale umgesetzt. Die Stellungsdaten U', V', W' und Z' für die Phasen U, V, W und Z werden in paralleler Form etwa für anschließende Verarbeitung weitergeleitet; andererseits werden die 6 Bit-Aufwärts/Abwärtszählerwerte dem A/B-Phasenregenerator 45 eingespeist, in welchem Stellungssignale A' und B' regeneriert (wiederhergestellt) werden. Der Absolutzählerwert ad wird dem Reihen/Parallelwandler 46 eingespeist und darin in einen parallelen 24 Bit-Absolutzählerwert ad'0—ad'23 umgewandelt.

Der Fehlerdetektor 48 vermag etwaige Fehler festzustellen, die in den übertragenen CRC-Bits 325 enthalten sein können.

In Fig. 20 sind die regenerierten Signale mit einem Indexstrich bezeichnet, z. B. A', B', U', V', W', Z' und ad'; dies dient zur Verdeutlichung, daß die regenerierten Signale im Vergleich zu den anfänglichen Signalen A, B, U, V, W, Z und ad in der Übertragung verzögert sind.

Bei der sechsten Ausführungsform werden somit die Stellungsdaten in Reihensignale umgewandelt, und das Ausgangssignal des Absolutzählers 43 wird ebenfalls in ein Reihensignal umgesetzt, das den Reihensignalen für die Stellungsdaten überlagert wird; das erhaltene Reihensignal wird über den einzigen Kanal oder Einzelkanal der Übertragungsstrecke 9 zur Steuereinheit 16 übertragen. Infolgedessen kann die Zahl der erforderlichen Übertragungsstrecken minimiert sein; gleichzeitig kann die Dicke des verwendeten Kabels unter Senkung der Kosten dafür verkleinert sein.

In der vorstehenden Beschreibung der sechsten Ausführungsform ist vorausgesetzt, daß ein Teil des Drehstellungsgeberkabels 9 innerhalb des Arms des Arbeitsautomaten verlegt ist. Da die Dicke des Drehstellungsgeberkabels 9 verkleinert ist, kann der herkömmlicherweise vom Kabel 9 im Arm des Arbeitsautomaten eingenommene Raum effektiv für andere Zwecke genutzt werden, und der Arm selbst kann ferner dünner ausgebildet sein. Falls das Kabel 9 an der Außenseite des Arbeitsautomaten installiert bzw. verlegt ist, ist es beim Aufspulen und anderen Kabelhandhabungsoperationen geringeren Einschränkungen unterworfen. Unabhängig



davon, ob sich das Kabel 9 innerhalb oder außerhalb des Arbeitsautomaten befindet, können die zu seiner Halterung dienenden Elemente vergleichsweise einfach ausgestaltet sein, was einen größeren Spielraum bezüglich der Kabelauslegung ermöglicht.

Fig. 22 veranschaulicht schematisch eine Signalübertragungsvorrichtung, die sich auf das Verfahren zur Übertragung von Signalen von einem Drehstellungsgeber (Stellungsdetektor oder -geber) gemäß der siebten Ausführungsform stützt. Die Bauelemente, die den in Verbindung mit der sechsten Ausführungsform beschriebenen Elementen gleich sind, sind dabei mit den gleichen Bezugsziffern wie vorher bezeichnet und nicht mehr im einzelnen beschrieben.

Die ein Übertragungsverfahren gemäß der siebten Ausführungsform nutzende Signalübertragungsvorrichtung unterscheidet sich von derjenigen nach der sechsten Ausführungsform dadurch, daß der Aufwärts/Abwärtszähler 5 durch eine Laufzeit- oder Verzögerungsschaltung 60 zum Verzögern der Zeitperiode der Abtastung 1, eine Subtrahierschaltung 61 und eine Verriegelungsschaltung 62 zum Verriegeln nur der 6 Bits niedriger Ordnung ersetzt ist; aufgrund dieser Abwandlung liefert die Differenz im Ausgangssignal vom Absolutzähler 43 ein Stellungssignal für Phase A oder B.

Ersichtlicherweise können mit der siebten Ausführungsform die gleichen Vorteile wie bei oben beschriebener sechster Ausführungsform erzielt werden.

Obleich sechste und siebte Ausführungsform vorstehend im einzelnen beschrieben worden sind, ist darauf hinzuweisen, daß die Erfindung selbstverständlich nicht hierauf beschränkt, sondern innerhalb ihres Rahmens verschiedenen Abwandlungen zugänglich ist. Beispielsweise ist der Drehstellungsgeber 4 bei sechster und siebter Ausführungsform in unmittelbarem Kontakt mit dem Elektromotor 1 montiert, doch kann er auch vom Motor getrennt vorgesehen sein. Gewünschtenfalls kann die Übertragungsstrecke durch eine Lichtleiteroptik gebildet sein.

Die vorstehende Beschreibung von sechster und siebter Ausführungsform betrifft den Fall, in welchem Signale für die Phasen U, V, W und Z in Überlagerung zu Reihensignalen übertragen werden; gewünschtenfalls können jedoch die beiden Phasen A und B und der Absolutzählerwert lediglich nach der oben beschriebenen Methode übertragen werden, und diese Betriebsart soll ebenfalls von der Erfindung umfaßt sein.

Die vorstehende Beschreibung von sechster und siebter Ausführungsform bezieht sich auch auf den Fall, in welchem der Stellungsgeber am Armabschnitt eines Arbeitsautomaten angeordnet ist. Die Erfindung ist jedoch nicht hierauf beschränkt, vielmehr kann der Stellungsgeber auch an anderen Stellen des Arbeitsautomaten angeordnet sein. Selbstverständlich kann der erfindungsgemäße Stellungsgeber auch auf andere, von Arbeitsautomaten verschiedene Geräte übertragen werden.

Wie vorstehend beschrieben, sind sechste und siebte Ausführungsform der Erfindung so ausgelegt, daß die Stellungsdaten in Reihensignale umgewandelt werden und das Ausgangssignal des Absolutzählers ebenfalls in ein Reihensignal umgesetzt wird, das den Reihensignalen für die Stellungsdaten überlagert wird, wobei das resultierende Reihensignal über einen einzigen Kanal der Übertragungsstrecke zur Steuereinheit übertragen wird. Hierdurch werden wiederum die gleichen Vorteile, wie oben angegeben, erzielt.

# Achte bis dreizehnte Ausführungsform

Im folgenden ist die achte Ausführungsform der Erfindung beschrieben. Der in der Beschreibung der achten Ausführungsform benutzte Ausdruck "Schrittsignal" ("incremental signal") bezieht sich auf Information, welche die Prüfung auf Vergrößerung oder Verkleinerung der Zahl der Änderungspunkte durch Direktzählung begünstigt.

Eine vereinfachte perspektivische Darstellung der Vorrichtung zum Übertragen von Signalen von einem Stellungsgeber entspricht der Darstellung gemäß Fig. 1, auf die anhand der Beschreibung der ersten Ausführungsform Bezug genommen wurde; die vorliegende achte Ausführungsform ist daher nachstehend anhand von Fig. 1 und anhand der gleichen Bezugsziffern beschrieben.

Gemäß Fig. 1 weist ein Elektromotor 1, z. B. ein bürstenloser Motor, eine Hauptwelle 1a auf, wobei über deren einer Stirnfläche eine Scheibe in Form eines Poldetektormagneten 2 angeordnet ist, der seinerseits in der Weise magnetisiert ist, daß N- und S-Pole einander um den Umfang herum abwechseln und dieser Magnet 2 den Phasen U, V und W zugeordnete Antriebsstellungsdaten abgibt. Außerdem ist oberhalb einer Stirnfläche der Hauptwelle 1a, jedoch in einer Stellung näher an der Hauptwelle als der Poldetektormagnet 2, eine Scheibe in Form eines magnetischen Registrierelements (recording medium) 3 vorgesehen. Das Element 3 umfaßt einen oberen und einen unteren Abschnitt; der obere Abschnitt ist so magnetisiert, daß zwei Pole, d. h. einmal N-Pol und zum anderen S-Pol am Umfang nebeneinanderliegen, während der untere Abschnitt so magnetisiert ist, daß N- und S-Pole um den Umfang herum phasengleich mit den N- und S-Polen am Umfang des oberen Abschnitts einander abwechseln. Aufgrund dieser Ausgestaltung liefert das (magnetische) Registrierelement 3 Stellungsdaten in Zuordnung zu den Phasen Z, A und B.

Der Elektromotor 1 ist mit einem Stellungsdetektor oder -geber 4, z. B. einem Drehstellungsgeber, zum Detektieren bzw. Abgreifen von den Phasen A, B, Z, U, V und W zugeordneten Stellungsdaten versehen. Der Drehstellungsgeber 4 ist in ein gestrichelt eingezeichnetes Gehäuse 44 eingekapselt, wobei Hall-Vorrichtungen 4a und ein MR-Sensor 4b (im Gehäuse) in Stellungen angeordnet sind, in welchen sie den magnetisierten Bereichen des genannten Magneten 2 bzw. des Registrierelements 3 zugewandt sind. Die Hall-Vorrichtungen 4a sind an der Rückseite der Basis einer noch zu beschreibenden Signalprozessorschaltung 17 montiert, die folgendes umfaßt: eine Wellenformschaltung 4c, eine Vervielfacher/Richtungsdetektorschaltung 40, einen Aufwärts-/Abwärtszähler 5, einen Parallel/Reihenwandler 6, einen Kommunikationssteuerteil 50, einen CRC-Bit-addierer 51, einen Leitungstreiber 8, eine 5 V-Stromversorgung 18 und einen Masseanschluß 19. Gemäß Fig. 23 sind die Ausgangsleitungen der Hall-Vorrichtungen 4a und des MR-Sensors 4b mit der Wellenformschaltung 4c zum Formen von Rechteckwellen verbunden. Von der Wellenformschaltung 4c abgehende Ausgangsleitungen für Phasen A und B sind mit der Vervielfacher-Richtungsdetektorschaltung 40 zur Umsetzung in vervielfachte (quadrupled) bzw. Vierfachimpulse und ein Aufwärts/Abwärtssignal verbunden. Die Ausgangsleitungen der Schaltung 40 und eine Ausgangsleitung des Kommunikationssteuerteils 50, welcher Befehlssignale zum Löschen und Abtasten abgibt, sind an einen 6 Bit-

Zähler 5 angeschlossen, der in Abhängigkeit von der Voreilung oder Nacheilung der Phase des Signals A oder B in einer ansteigenden oder absteigenden Reihenfolge zählt. Die Ausgangsleitung dieses Zählers 5 ist mit dem Parallel/Reihenwandler 6 verbunden, während die Ausgangsleitungen für die anderen Phasen (Z, U, V und W) unmittelbar an diesen Wandler 6 angeschlossen sind. An den Parallel/Reihenwandler 6 ist außerdem die Ausgangsleitung des Fehlerdetektor-CRC-Bitaddierers 51 angeschlossen. Eine Reihensignalleitung 7 vom Parallel/Reihenwandler 6 ist mit dem Leitungstreiber 8 verbunden.

Gemäß Fig. 24 sind eine Busleitung 10 und eine Rücklaufbusleitung 11 vom Leitungstreiber 8 mit einem Leitungsempfänger 14 in einer Steuereinheit 16 verbunden. Die Signalprozessoreinheit 17 ist mit der 5 V-Stromversorgung 18 und dem Masseanschluß 19 versehen, während die Steuereinheit 16 eine 5 V-Stromversorgung 41 und einen Masseanschluß 42 aufweist. Die beiden 5 V-Stromversorgungen 18 und 41 sind über eine 5 V-Stromleitung 12 verbunden, während die beiden Masseanschlüsse 19 und 42 über eine Masseleitung (grounded power line) 13 verbunden sind. Die Stromleitung 12 und die Masseleitung 13 sind innerhalb eines Drehstellungsgeberkabels zusammen mit der Busleitung 10 und der Rücklaufbusleitung 11 gebündelt. Das Kabel wird durch geeignete, nicht dargestellte Elemente gehalten.

Die Ausgangsleitung vom Leitungsempfänger 14 in der Steuereinheit 16 ist über eine Reihensignalleitung 30 mit einem Reihen/Parallelwandler 15 so verbunden, daß Stellungsdaten für die Phasen Z, U, V und W, den Zählerwert (Zählstand) und die Fehlerdetektor-CRC-Bits vom Wandler 15 in einer Parallelförmigkeit geliefert werden. Die dem Zählerwert zugeordnete Ausgangsleitung vom Reihen/Parallelwandler 15 ist mit einer Absolutwertschaltung 45 verbunden, welche bestimmt, ob der Eingang bzw. das Eingangssignal eine positive oder negative Größe ist, und welche im Fall einer negativen Größe diese auf eine positive Größe ändert; alle den Stellungsdaten für die Phasen Z, U, V und W, den Zählerwert und die CRC-Bits zugeordneten Ausgangsleitungen sind an einen Fehlerdetektor 48 angeschlossen. Eine Ausgangsleitung vom Fehlerdetektor 48, der einen HOLD- bzw. Halte-Befehl abgibt, ist sowohl mit der Absolutwertschaltung 45 als auch mit einem Verriegelungsglied 49 verbunden. Das Ausgangssignal des Fehlerdetektors 48 wird als einmal auftretender Fehleralarm nach außen geliefert und auch an eine Detektorschaltung für dreimal fortlaufendes Auftreten angeschaltet. Das Ausgangssignal dieser Detektorschaltung wird als Fehleralarm für dreimal fortlaufendes bzw. hintereinander erfolgendes Auftreten (von Fehlern) nach außen geliefert. Wenn die Übertragungsstrecke von einwandfreier Güte ist, wird das Einzel-Fehleralarmausgangssignal einer nicht dargestellten Schaltung zur Unterbrechung der Zufuhr von elektrischem Strom zum Elektromotor aufgeschaltet. Wenn dagegen die Übertragungsstrecke nicht einwandfrei ist, wird das Dreifach-Alarmausgangssignal bzw. der -Ausgang an diese Stromzufuhrstoppschaltung angeschaltet. Der Reihen/Parallelwandler 15 nimmt einen Rahmen bzw. ein Feld (frame) von Reihensignalen als Eingangssignal ab; die Ausgangsleitung für Rücksetzsignale entsprechend diesen Reihensignalen ist mit einem 1/12-Frequenzteiler 43 verbunden, der einen Grundtakt von 10 MHz als Eingang abnimmt und  $(2^n - 1)$  Impulse generiert; die Ausgangsleitung dieses Frequenzteilers ist mit einem 1/2<sup>n</sup>-Frequenzteiler 44 verbunden, der fünf Impulsreihen unterschiedlicher Im-

pulsdichten generiert. Die Ausgangsleitungen von 1/2<sup>n</sup>-Frequenzteiler 44 und Absolutwertschaltung 45 sind an einen Impulsgenerator 46 angeschlossen, welcher Impulse entsprechend dem Absolutwert des Eingangs oder Eingangssignals wählt. Die Ausgangsleitung des Impulsgenerators 46 ist mit einer A/B-Phasengeneratorschaltung 47 verbunden, die in Abhängigkeit vom Zählerwert b5 (bezüglich Einzelheiten vgl. unten) zwischen einem Aufwärts- und einem Abwärts-Eingang bzw. -Eingangssignal umschaltet und eine Rechteckwelle für Phase A oder B regeneriert.

Gemäß Fig. 1 ist die Steuereinheit 16 mit dem im folgenden einfach als Motor bezeichneten Elektromotor 1 über ein Motorkabel 31 verbunden, so daß der Motor durch die Steuereinheit 16 ansteuerbar ist.

Die Arbeitsweise der vorstehend erläuterten Signalübertragungsvorrichtung ist nachstehend kurz beschrieben.

Wenn dem Motor 1 zum Anlaufenlassen desselben von der Steuereinheit 16 über das Motorkabel 31 Antriebsenergie zugespeist wird, beginnt sich die Motor-Hauptwelle 1a zu drehen, wobei der Poldetektormagnet 2 und das magnetische Registrierelement 3 eine Magnetfeldänderung herbeiführen. Die entsprechenden Änderungen des Magnetfelds werden mittels der Hall-Vorrichtungen 4a als Antriebsstellungsdaten für Phasen U, V und W abgenommen. Der MR-Sensor 4b detektiert oder erfaßt die Änderungen als Stellungsdaten für Phasen Z, A und B, wobei die beiden letzteren Phasen als Sinuswellen abgegriffen werden. Die entsprechenden Datensignale Vu, Vv, Vw, Vz, Va und Vv (vgl. Fig. 23) werden der Wellenformschaltung 4c eingespeist und in dieser zu Rechteckwellen geformt. Die so geformten Signale für Phasen A und B sind in den Fig. 26(b) und 26(c) dargestellt. Diese Rechtecksignale (Stufen- oder Schrittssignale) A und B werden dann einer Vierfachimpulsgenerator/Richtungsdetektorschaltung 40 eingespeist und in dieser in vervierfachte oder Vierfachimpulse und Aufwärts/Abwärtssignale umgewandelt, die bei einem 6 Bit-Aufwärts/Abwärtszähler 5 zum Zählen in ansteigender oder absteigender Reihenfolge zugeführt werden.

Ein Beispiel für die Arbeitsweise der obengenannten Schaltung 40 und des Aufwärts/Abwärtszählers 5 ist in Fig. 28 veranschaulicht.

Gemäß Fig. 28 wird ein vervierfachter (quadrupled) oder Vierfachimpuls (a) synchron mit der Flanke des Signals A oder B (bei einem Übergang vom einen Signal auf das andere) erzeugt, während ein Aufwärts/Abwärtssignal (b) in der Weise generiert wird, daß es die Richtung der Zählbetriebsart in Übereinstimmung mit der Phasenvoreilung oder -nacheilung der Signale A und B angibt; wenn die Phase des Signals B voreilt, weist das Aufwärts/Abwärtssignal ein Zählen in einer ansteigenden Richtung an, während bei einer Voreilung der Phase des Signals A das gleiche Signal ein Zählen in einer absteigenden Richtung anweist. Der Zählwert (c) des Aufwärts/Abwärtszählers wird somit entsprechend dem Vierfachimpuls (a) und dem Aufwärts/Abwärtssignal (b) stufen- oder schrittweise gezählt.

Bei der vorliegenden achten Ausführungsform vermag der Aufwärts/Abwärtszähler 5 seinen Wert (Zählstand) in gegebenen Zeitabständen in Abhängigkeit von einem SAMPLING- bzw. Abtast-Signal von einem Kommunikationssteuerteil 50 (vgl. Fig. 26(e)) abzutasten. Wenn der abgetastete Zählerwert in den Parallel/Reihenwandler 5 geladen ist oder wird, löscht der Zähler seinen Wert (Zählstand) in Abhängigkeit von einem

CLEAR- bzw. Lösch-Signal vom Kommunikationssteuerteil 50 (vgl. Fig. 26(f)). Bei der achten Ausführungsform eilt die Phase des Signals B jederzeit der Phase des Signals A voraus, weshalb der Wert des Aufwärts/Abwärtszählers 5 auf die in Fig. 26(d) angegebene Weise erscheint.

Die Werte des Aufwärts/Abwärtszählers 5 werden als ein 6 Bit-Signal  $b_0$ — $b_5$  dem Parallel/Reihenwandler 6 eingespeist; andererseits werden die Rechteckstellungssignale U, V, W und Z diesem Wandler 6 unmittelbar eingespeist.

Im Zählwert des Aufwärts/Abwärtszählers 5 bezeichnet  $b_5$  das MSB und  $b_0$  das LSB; diese Bits sind so gesetzt oder vorgegeben, daß bei einem Voreilen der Phase des Signals B  $b_5$  gleich Null und bei einem Voreilen der Phase des Signals A  $b_5$  gleich 1 ist.

Die in den Fig. 26(b) und 26(c) umkreisten Ziffern sind auf die umkreisten Ziffern in Fig. 26(d) bezogen. Mit anderen Worten: die Änderungspunkte des Signals A (Fig. 26(b)) oder B (Fig. 26(c)) entsprechen den Änderungen der Werte (Zählstände) des Aufwärts/Abwärtszählers 5.

Die in Fig. 26(d) nicht in Kreisen enthaltenen Ziffern beziehen sich auf die Werte des Aufwärts/Abwärtszählers 5.

Der Grund für die Auslegung dieses Zählers 5 zur Erzeugung von 6 Bit-Zählungen bzw. -Zählständen ist nachstehend angegeben.

Es sei angenommen, daß das vom Parallel/Reihenwandler 6 erzeugte Serien- bzw. Reihensignal eine Ausbreitungsgeschwindigkeit von 500 kb/s aufweist und das Reihensignal außerdem ein Format gemäß Fig. 26(a) besitzt. Die Abtastung eines Felds dauert dabei 38  $\mu$ s. Wenn angenommen wird, daß die Phasen A und B bei jeder Umdrehung der Hauptwelle 1a, die mit bis zu 5000/min rotieren kann, 2048 Impulse erzeugen oder liefern, bestimmt sich die Frequenz der vervierfachen bzw. Vierfachimpulse wie folgt:

$$5000 \text{ (U/min)} / 60 \text{ (s)} \times 2048 \text{ Impulse} \times 4 \text{ (Multiplikationsfaktor)} = 682,7 \text{ (kHz)}$$

Da die Abtastperiode — wie oben angegeben — 38  $\mu$ s beträgt, bestimmt sich die Zahl der Impulse, die in dieser Periode erzeugt werden können, wie folgt:

$$682,7 \text{ (kHz)} \times 38 \text{ (ps)} = 25,9 \text{ (Impulse)/Periode}$$

Da  $25,9 < 31 = 2^5 - 1$  gilt, kann im Hinblick auf die Richtung des Zählmodus geschlossen oder vorausgesetzt werden, daß 6 Bits für die Werte (Zählstände) des Aufwärts/Abwärtszählers 5 ausreichen.

Der 6 Bit-Wert des Aufwärts/Abwärtszählers und die Stellungssignale U, V, W und Z werden dem Parallel/Reihenwandler 6 zugespeist, in welchem sie in Reihensignale umgesetzt werden. Dieser Wandler 6 liefert somit Reihensignale eines in Fig. 26(a) dargestellten Formats.

Wie erwähnt, setzt das Format gemäß Fig. 26(a) eine Übertragungsgeschwindigkeit von 500 kb/s und eine Abtastperiode von 38  $\mu$ s pro Feld voraus.

Fig. 26(a) umfaßt eine Pausenlücke 420, welche der Übertragung verschiedener Datenarten vorausgeht, ein Start-Bit 421, das auf die Lücke 420 folgt und den Beginn der Datenübertragung meldet, einen 6 Bit-Zählerwert 422, der auf das Start-Bit 421 folgt und vom Aufwärts/Abwärtszähler 5 übertragen wird, Stellungssignale 423 für Phasen U, V, W und Z, welche auf den Zähler-

wert 422 folgen und von der Wellenformschaltung 4c übertragen werden, sowie 4 CRC-Bits 424, die auf die U-, V-, W- und Z-Stellungssignale folgen und zur Prüfung der Datenfolge (auf etwaige Fehler) dienen. Die CRC-Bits 424 sind in Abhängigkeit von einem Signal von einem Fehlerdetektor-CRC-Bitaddierer 51 Datensignalen hinzuzuaddieren. Die Pausenlücke 420, das Start-Bit 421, der Zählerwert 422, die Stellungssignale 423 und die CRC-Bits 424 bilden ein Feld. Der benutzte Code kann ein Manchester-Code sein.

Auf diese Weise erzeugte Reihensignale eines Rahmens oder Felds (frame) werden über den Leitungstreiber 8 und das Drehstellungsgeberkabel 9 wiederholt zur Steuereinheit 16 übertragen, während die zu übertragenden Daten entsprechend den Richtungssignalen von den Hall-Vorrichtungen 4a und vom MR-Sensor 4b aktualisiert werden. Wie erwähnt, werden diese Signale durch Abtasten in gegebenen Zeitabständen in Übereinstimmung mit den Abtast- und Lösch-Signalen erhalten, welche vom Kommunikationssteuerteil 50 geliefert werden. Die zu handhabende oder zu verarbeitende Signalmenge ist daher im Vergleich zum Stand der Technik deutlich verringert, wodurch nicht nur die Speicherkapazität verkleinert, sondern auch die Signalübertragungszeit verkürzt wird.

Die interessierenden Reihensignale werden über das Drehstellungsgeberkabel 9 übertragen und vom Leitungsempfänger 14 in der Steuereinheit 16 empfangen oder abgenommen. Diese Reihensignale werden im Reihen/Parallelwandler 15 wieder in Parallelsignale umgewandelt, wodurch Daten zu dem Zeitpunkt geliefert werden, zu dem das Auftreten der CRC-Bits 424 verifiziert wird, nämlich zum Zeitpunkt gemäß Fig. 27(g).

Die Stellungen U', V', W' und Z' für Phasen U, V, W bzw. Z werden in einer Parallelform z. B. für nachfolgende Verarbeitung weitergeleitet; andererseits werden die 6 Bit-Zählerwerte einer Absolutwertschaltung 45 (vgl. Fig. 14) eingespeist, in welcher eine Entscheidung dahingehend erfolgt, ob jeder Zählerwert positiv oder negativ ist, und zwar auf der Grundlage des Werts von  $b_5$ . Das Kriterium für diese Entscheidung ist derart, daß der Zählerwert im Fall von  $b_5 = 0$  als positiv und im Fall von  $b_5 = 1$  als negativ bestimmt wird. Im Fall von  $b_5 = 1$  führt die Schaltung 45 eine Rechnung oder Berechnung für  $100\,000(2) - b_4b_3b_2b_1b_0(2)$  durch; das Ergebnis wird als Ausgangssignal von der Schaltung 45 erzeugt bzw. geliefert. Das Ausgangssignal der Schaltung 45 besteht aus 5 Bits und ist zu  $b_4'b_3'b_2'b_1'b_0'$  codiert. In obiger Rechenformel stehen die in Klammern gesetzten Ziffern für die Wurzel eines betreffenden bzw. zu behandelnden Zahlensystems, während (2) für eine Zahl in binärer Setzung steht.

Im folgenden ist ein in Fig. 14 dargestellter 1/12-Frequenzteiler 43 beschrieben. Entsprechend der Berechnung der Zahl von Bits, die für den Aufwärts/Abwärtszähler 5 benötigt werden, reicht das Generieren von bis zu 26 Impulsen innerhalb von 38  $\mu$ s für einen nachgeschalteten Impulsgenerator 46 aus. Bei der vorliegenden achten Ausführungsform ist jedoch ein Taktgeber, der 31 Impulse innerhalb von 38  $\mu$ s generieren kann, erforderlich, um das Zittern in den Signalen für Phasen A und B zu reduzieren (bezüglich Einzelheiten vgl. unten). Genauer gesagt: die Frequenz des erforderlichen Takts läßt sich wie folgt ausdrücken:

$$31 \text{ (Impulse)} / 38 \text{ (}\mu\text{s)} = 815,8 \text{ (kHz)}$$

Wenn der Grundtakt eine Frequenz von 10 MHz be-

sitzt, bestimmt sich die erforderliche Zahl von Frequenzteilungen zur Erzeugung des erforderlichen Takts durch:

$$10 \text{ (MHz)} / 815,8 \text{ (kHz)} = 12,3 \text{ (Teilungen)}$$

Dies ist der Grund für die Verwendung des 1/12-Frequenzteilers 43 bei der achten Ausführungsform.

Das Ausgangssignal dieses 1/12-Frequenzteilers 43, d. h. die Erzeugung von 31 Impulsen bei einer Taktfrequenz von 10/12 MHz, stimmt jedoch nicht genau mit 38  $\mu$ s überein, weshalb ein RESET- oder Rücksetz-Signal entsprechend einem Rahmen oder Feld von Reihensignalen vom Reihen/Parallelwandler 15 empfangen oder abgenommen wird, um die beiden Enden oder Faktoren aneinander anzupassen. Das dabei abgenommene Rücksetz-Signal ist in Fig. 27(h) dargestellt. Nach dem Generieren des 31. Impulses einer Taktfrequenz von 10/12 MHz gemäß Fig. 27(i) wird der 1/12-Frequenzteiler 43 auf Stop oder Stillstand rückgesetzt, und sein Rücksetzzustand wird zum Zeitpunkt der Datenaufstellung gemäß Fig. 29(g) gelöscht. Jeder Impuls wird somit in einem Intervall von 1,2  $\mu$ s generiert, wobei das Intervall zwischen dem 31. Impuls und dem ersten Impuls des nächsten Zyklus bzw. der nächsten Periode 2,0  $\mu$ s beträgt.

Die frequenzgeteilten Signale für 31 Impulse werden einem  $1/2^n$ -Frequenzteiler 44 eingespeist, in welchem sie in fünf Impulsreihen verschiedener Impulsdichten geteilt werden. Bezüglich der Konzepte des  $1/2^n$ -Frequenzteilers 44 und eines unmittelbar anschließend zu beschreibenden Impulsgenerators 46 vgl. Seiten 154–157 von "Digital Kairo – Kiso to Oyo – (Digital Circuits – Basics and Applications)", Hiroshi Kawahara, Oktober 15, 1982, Shokodo Publishing Company. Gemäß der Theorie der Impulsverteilung nach der MIT-Technik ist oder wird der Takt von 10/12 MHz auf vier Takte gemäß den Fig. 27(j) bis 27(n) verteilt; CLK16 enthält ungeradzählige Impulse; CLK8 enthält Impulse, die zur Lieferung des Rests von 2 durch 4 dividiert sind; CLK4 enthält Impulse, die zur Lieferung des Rests von 4 durch 8 dividiert sind; CLK2 enthält Impulse, die zur Lieferung des Rests von 8 durch 16 dividiert sind; schließlich enthält CLK1 Impulse, die zur Lieferung des Rests von 16 durch 32 dividiert sind.

Die Takte CLK16, CLK8, CLK4, CLK2 und CLK1 sowie das Ausgangssignal  $b_4'b_3'b_2'b_1'b_0'$  von der Absolutwertschaltung 45 werden dem Impulsgenerator 46 eingegeben.

Gemäß Fig. 25 besteht der Impulsgenerator 46 aus UND-Gliedern 46a und einem ODER-Glied 46b; je nach dem Inhalt des Signals  $b_4'b_3'b_2'b_1'b_0'$  wählt der Generator 46 CLK16, CLK8, CLK4, CLK2 oder CLK1 zum Ausgeben einer logischen Summe. Wenn  $b_4'b_3'b_2'b_1'b_0'$ , wie im Mittelbereich der Beschriftung von Fig. 27(o) angegeben, gleich 01101(2) ist, werden CLK8, CLK4 und CLK1 gewählt, nämlich Impulse 2, 4, 6, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 26, 28 und 30 einer Taktfrequenz von 10/12 MHz, welche Impulse gewählt und zur Lieferung von Impulsen gemäß Fig. 27(p) aufsummiert werden. Wie aus Fig. 27(p) hervorgeht, sind die Ausgangsimpulse zur Verminderung des Auftretens von Zittern im wesentlichen gleichförmig beabstandet. Demzufolge liefert eine nachstehend zu beschreibende A/B-Phasengeneratorschaltung 47 Ausgangssignale A' und B' eines niedrigen Zitteranteils.

Die Impulsreihe gemäß Fig. 27(p) wird der A/B-Phasengeneratorschaltung 47 eingespeist, welche Stufen-

bzw. Schrittsignale A' und B' regeneriert.

Die A/B-Phasengeneratorschaltung 47 vermag in Abhängigkeit vom Wert von  $b_5$  in dem vom Reihen/Parallelwandler 15 übertragenen 6 Bit-Zählerwert den Ausgang bzw. das Ausgangssignal des Impulsgenerators 46 auf entweder einen Aufwärts- oder einen Abwärts-Eingang zu schalten. Insbesondere wird das Ausgangssignal des Impulsgenerators 46 im Fall von  $b_5 = 0$  auf einen Aufwärts-Eingang und im Fall von  $b_5 = 1$  auf einen Abwärts-Eingang geschaltet. Rechteckwellen für die beiden Phasen A und B werden in der Weise erzeugt, daß die Phase des Signals B voreilt, wenn zum Ausgangssignal des Impulsgenerators 46 ein Impuls hinzugefügt oder hinzuaddiert wird; in Abhängigkeit von einem Aufwärts-Eingang läßt die Schaltung 47 die Phase des Signals B voreilen, während in Abhängigkeit von einem Abwärts-Eingang die Phase des Signals A zum Voreilen gebracht wird. Ausgangssignale der A/B-Phasengeneratorschaltung 47 sind in Fig. 27(q) bzw. Fig. 27(r) dargestellt. Ersichtlicher Weise eilt dabei die Phase des Signals B derjenigen des Signals A voraus.

In den Fig. 26(b) und 26(c) entsprechen mit ①, ②, ... bezeichnete Flanken den in den Fig. 27(q) und 27(r) mit ①, ②, ... bezeichneten Flanken, wobei sich ersichtlicherweise Zeitverzögerungen entwickelt haben. Dies beruht entweder auf der Verzögerung in der Reihenübertragung oder auf dem Wartezustand für Datenaufstellung, doch beträgt die tatsächliche Zeitdifferenz nur 64  $\mu$ s, was als Verzögerung in der Übertragung der Signale für Phasen A und B kein wesentliches Problem darstellt. Diese Übertragungsverzögerung kann durch Erhöhung der Übertragungsgeschwindigkeit von 500 kb/s auf 1 Mb/s weiter verringert werden.

Der Fehlerdetektor 48 vermag in den übertragenen CRC-Bits 424 enthaltene Fehler zu detektieren. Wenn ein Fehler detektiert bzw. erfaßt wird, erzeugt der Detektor ein Einzelauftritt-Alarmausgangssignal; gleichzeitig liefert er ein HOLD- bzw. Halte-Signal sowohl zur Absolutwertschaltung 45 als auch zum Verriegelungsglied 49, um sicherzustellen, daß die Daten  $b_5-b_0$ , U, V, W und Z in dem zuletzt empfangenen Signalblock erneut benutzt werden. Die Wiederverwendung der Daten  $b_5-b_0$  ist dem Lauf des Motors mit gleichmäßiger Geschwindigkeit äquivalent, so daß dies keinerlei Problem bezüglich der Rotation des Motors darstellt. Was die Daten U, V, W und Z betrifft, stellt deren Wiederverwendung (oder erneute Verwendung) aufgrund ihrer niedrigen Frequenz ebenfalls kein Problem dar. Wenn drei Fehler in Folge auftreten, liefert die Dreifach(auftritt-)Detektorschaltung einen Dreifach(auftritt)alarm.

Wenn bei der herkömmlichen Anordnung Störsignal (Rauschen) in die Schrittsignale A und B eintritt und die Impulse in dem Ausmaß verzerrt, daß sie nicht mehr als Impulse erkennbar sind, erscheint der Zählerwert auf die in Fig. 29 in gestrichelten Linien angegebene Weise, wodurch ein Fehler eingeführt wird, der eine Abweichung von der gewünschten oder Sollstellung herbeiführt. Wie erwähnt, bewirkt jedoch das Auftreten eines Fehlers bei der achten Ausführungsform, daß ein Einzel-Fehleralarm erzeugt wird. Erforderlichenfalls kann dabei der Motor abgeschaltet werden, um die Bedienungsperson vom Auftreten eines Fehlers zu informieren, wodurch ein Beitrag zu verbesserter Systemzuverlässigkeit geleistet wird. Wahlweise kann der Einzel-Fehleralarm vernachlässigt und der Motor abgeschaltet werden, um die Bedienungsperson vom Auftreten eines Fehlers nur dann zu informieren, wenn der Dreifach-Fehleralarm erzeugt bzw. ausgelöst wird; in diesem Fall sollen die

Daten in ein b5—b0 in dem zuletzt empfangenen Signalblock benutzt werden, wodurch ein häufiges Motorabstellen und ein Fehlbetrieb, die anderenfalls aufgrund von Störsignal auftreten würden, vermieden werden.

Wenn drei Fehler in Folge auftreten, bestimmt das System, daß diese echte Fehler sind, die durch bestimmte Ursachen, wie Abnahme des Gütepegels der Übertragungsstrecken, hervorgerufen wurden, so daß als Ergebnis der Dreifachfolge(auftritt)-Fehleralarm erzeugt oder ausgelöst wird, um der Bedienungsperson das Auftreten einer ernsthaften Störung zu melden.

In Fig. 24 sind die regenerierten Signale wie im Fall von A', B', U', V', W' und Z' mit einem Indexstrich markiert, der hinzugefügt ist, um klarzustellen, daß die regenerierten Signale im Vergleich zu den anfänglichen oder ursprünglichen Signalen A, B, U, V, W und Z in der Übertragung verzögert sind.

Bei der vorliegenden achten Ausführungsform wird somit der Aufwärts/Abwärtszähler 5 in gegebenen Zeitintervallen rückgesetzt, und die Daten von diesem Zähler werden innerhalb der gegebenen Zeit abgetastet (sampled); die zu handhabende Signalmenge ist daher ausreichend klein, um sicherzustellen, daß nicht nur die Speicherkapazität verringert, sondern auch die Signalübertragungszeit verkürzt werden kann.

Die achte Ausführungsform kennzeichnet sich auch dadurch, daß im Vorgang der Übertragung von Zählerwerten Impulse in Abhängigkeit von Reihensignalen gewählt werden, die aus einer Kette oder Reihe von ( $2^n - 1$ ) Impulsen (mit  $n$  = eine natürliche Zahl) empfangen worden sind, wobei die so gewählten Impulse zu Schritt-signalen regeneriert werden. Als Ergebnis wird die Impulsdichte ziemlich gleichmäßig, und es ist nicht nötig, die Präzision oder Genauigkeit des Ausgangssignals eines Analogensors für Phasen A und B in einem ausreichenden Maß zu verbessern, um ein Tastverhältnis verfügbar zu machen, das hoch genug ist, damit diese beiden Phasen bei Zurückweisung durch ein Tiefpaßfilter am Signalempfangsende nicht verschwinden.

Im Vergleich zu einem bisherigen Verfahren, bei dem Daten ohne jede Fehlerdetektion über zwei Kanäle für Phasen A und B übertragen werden, vermag die achte Ausführungsform eine Fehlerdetektion an jedem Feld vorzunehmen, wodurch ein Beitrag zu einer höheren Zuverlässigkeit der Datenübertragung geleistet wird.

Wenn Fehler nicht wiederholt mit einer vorbestimmten Häufigkeitszahl auftreten, werden sie als durch Störsignal verursacht angesehen, und die Daten im vorhergehenden Block werden für andere oder weitere Benutzung regeneriert. Wenn Fehler wiederholt mit einer vorbestimmten Häufigkeitszahl auftreten, werden sie als echte Fehler identifiziert, wobei zweckmäßige Maßnahmen zum Vermeiden fehlerhafter Operationen getroffen werden.

Die achte Ausführungsform bietet die folgenden beiden zusätzlichen Vorteile: Zum ersten werden die Sinuswellen für die beiden Phasen A und B, die vom MR-Sensor 4b geliefert werden, dem Aufwärts/Abwärtszähler 5 eingespeist, und der resultierende Zählerwert (Zählstand) sowie die Stellungsdatensignale für die anderen Phasen (U, V, W und Z) werden im Parallel/Reihenwandler 6 in Reihensignale umgewandelt, die, sodann zur Steuereinheit 16 übertragen werden. Infolgedessen kann die Zahl der erforderlichen Übertragungsstrecken zu einem Kanal reduziert werden, wobei gleichzeitig die Dicke des zu benutzenden Kabels unter Senkung der Kosten dafür verkleinert werden kann.

Zum zweiten kann dann, wenn das Drehstellungsge-

berkabel 9 innerhalb des Arms des Arbeitsautomaten verlegt ist, die Dicke des Drehstellungsgeberkabels 9, wie angegeben, verkleinert sein, so daß ein herkömmlicherweise durch das Kabel 9 im Arm des Arbeitsautomaten eingenommener Raum effektiv für andere Zwecke benutzt und der Arm selbst dünner ausgelegt werden kann. Wenn das Kabel 9 außerhalb des Arbeitsautomaten installiert bzw. verlegt ist, ist es geringeren Einschränkungen beim Aufspulen oder anderen Kabelhandhabungsoperationen unterworfen. Unabhängig davon, ob sich das Kabel 9 innerhalb oder außerhalb des Arbeitsautomaten befindet, können ferner die Elemente zur Halterung des Kabels vergleichsweise einfach ausgestaltet sein, wodurch ein größerer Spielraum bezüglich der Kabelauslegung geboten wird.

Fig. 30 ist ein Blockschaltbild zur schematischen Darstellung des wesentlichen und notwendigen Teils einer Signalübertragungsvorrichtung, bei welcher Stufen- bzw. Schrittssignale nach dem Verfahren gemäß der neunten Ausführungsform der Erfindung übertragen werden. Die neunte Ausführungsform unterscheidet sich von der achten Ausführungsform dadurch, daß die vervierfachen oder Vierfachimpulse und die zugeordneten Aufwärts/Abwärts-signale, die dem Aufwärts/Abwärtszähler 5 eingegeben werden, durch Feldimpulse C sowie zugeordnete Aufwärts/Abwärts-signale D ersetzt sind und diese Signale C und D durch einen C/D-Signalgenerator 52 regeneriert werden.

Die Feldimpulse (oder auch Teilbildimpulse) C und die zugeordneten Aufwärts/Abwärts-signale D können denen nach den Fig. 31(a) und 31(b) entsprechen; der Aufwärts/Abwärtszählerwert ist für diesen Fall in Fig. 31(c) dargestellt.

Selbstverständlich können mit der auf oben beschriebene Weise abgewandelten neunten Ausführungsform die gleichen Vorteile wie bei der achten Ausführungsform erzielt werden.

Fig. 32 ist ein Blockschaltbild des wesentlichen und notwendigen Teils einer Signalübertragungsvorrichtung, bei welcher Schrittssignale nach dem Verfahren gemäß der zehnten Ausführungsform der Erfindung übertragen werden. Die zehnte Ausführungsform unterscheidet sich von der achten Ausführungsform dadurch, daß die vervierfachen Impulse bzw. Vierfachimpulse sowie zugeordnete Aufwärts/Abwärts-signale als Eingangssignale zum Aufwärts/Abwärtszähler 5 durch einen UP- bzw. Aufwärts-Impuls E und einen DOWN- bzw. Abwärts-Impuls F ersetzt sind und diese Signale E und F durch einen E/F-Signalgenerator 53 regeneriert werden.

Der Aufwärts-Impuls E und der Abwärts-Impuls F können die Form gemäß den Fig. 33(a) bzw. 33(b) besitzen, wobei demzufolge der Aufwärts/Abwärtszählerwert die Form gemäß Fig. 33(c) besitzt.

Offensichtlich können mit der zehnten Ausführungsform ebenfalls die gleichen Vorteile wie mit der achten Ausführungsform erzielt werden.

Fig. 34 ist ein Blockschaltbild des wesentlichen und notwendigen Teils einer Signalübertragungsvorrichtung, bei welcher Schrittssignale nach dem Verfahren gemäß der elften Ausführungsform der Erfindung übertragen werden. Die elfte Ausführungsform unterscheidet sich von der achten Ausführungsform dadurch, daß zwei A/B-Phasensignale in zwei Aufwärts/Abwärtszähler 5 eingegeben und die resultierenden beiden Zählerwerte (Zählstände) in einem Parallel/Reihenwandler 6 in ein Reihensignal umgewandelt, sodann in einem Reihen/Parallelwandler 15 wieder in zwei Zählerwerte zu-



rückgewandelt werden, gefolgt von einer Regeneration von zwei Sätzen von A/B-Phasen in zwei A/B-Phasenregeneratoren (in Fig. 24 mit "A/B-Phasenregeneration" bezeichnet).

Die elfte Ausführungsform eignet sich für den Fall, in welchem Schrittsignale, die in zwei Richtungen X und Y mittels einer Eingabevorrichtung, z. B. einer sog. Maus oder eines Steuerungsballs, generiert worden sind, über eine verkleinerte Zahl von Kabeln zu einer Steuereinheit übertragen werden sollen. Selbstverständlich bedeutet dies nicht den Ausschluß der Übertragung von drei oder mehr Sätzen von A/B-Phasensignalen.

In abgewandelter Ausgestaltung für einen biaxialen Drehstellungsgeber können nicht nur zwei Zählerwerte, sondern auch zwei Sätze von Phasen Z, U, V und W dem Parallel/Reihenwandler eingespeist werden.

Fig. 35 veranschaulicht in einem Blockschaltbild den wesentlichen und notwendigen Teil einer Signalübertragungsvorrichtung, bei welcher Stufen- oder Schrittsignale nach dem Verfahren gemäß der zwölften Ausführungsform der Erfindung übertragen werden. Die zwölfte Ausführungsform unterscheidet sich von der elften Ausführungsform dadurch, daß zwei Sätze von Eingangssignalen Signale E (vgl. Fig. 33(a)) sind und jeder der beiden Zähler ausschließlich für Zählen in einer ansteigenden Reihenfolge oder Ordnung zugewiesen ist.

Die zwölfte Ausführungsform kennzeichnet sich auch dadurch, daß zwei Eingänge oder Eingangssignale in ein einziges Reihensignal umgewandelt werden, das dann wieder in zwei Signale zurückgewandelt wird, die als zu übertragendes Ausgangssignal erzeugt bzw. geliefert werden; dies trägt zu einer Verkleinerung der Zahl von Drahtleitern im Kabel bei.

Fig. 36 zeigt in einem Blockschaltbild den wesentlichen Teil (am Sendeende) einer Signalübertragungsvorrichtung, bei welcher Stufen- bzw. Schrittsignale nach dem Verfahren gemäß der dreizehnten Ausführungsform der Erfindung übertragen werden. Diese Ausführungsform unterscheidet sich von der achten Ausführungsform hauptsächlich bezüglich der Ausgestaltung des Aufwärts/Abwärtszählers 5. Dieser Zähler kann ein freilaufender 8 Bit-Zähler sein, der in aufsteigender Folge oder Ordnung von 00000000(2) bis auf 11111111(2) zählt und beim weiteren Hochzählen auf 00000000(2) zurückkehrt. Dieser Zähler wird nicht nach Ablauf jeweils einer gegebenen Periode gelöscht. Vielmehr ist ein Register für den augenblicklichen Zählerwert an der auf die Zählerstufe folgenden nächsten Stufe angeschlossen, und ein Register für den vorhergehenden Zählerwert ist an der auf dieses Register folgenden nächsten Stufe angeschlossen, wobei der Ausgang des Registers für den augenblicklichen Zählerwert an dem Plus-Eingang einer Subtrahierstufe und der Ausgang des Registers für den vorhergehenden Zählerwert an den Minus-Eingang der Subtrahierstufe angeschlossen sind. Der Ausgang der Subtrahierstufe ist mit dem Parallel/Reihenwandler 6 verbunden.

Die Arbeitsweise der Schaltung gemäß Fig. 35 ist nachstehend anhand des Zeitsteuerdiagramms von Fig. 37 beschrieben. Die Fig. 37(a) und 37(b) veranschaulichen Eingangssignale für Phasen A und B, die bezüglich der Wellenform den Signalen nach den Fig. 26(b) und 26(c) vollständig gleich sind. Da der Aufwärts/Abwärtszähler 5 nicht gelöscht wird, erhöht sich der Zählerwert (Zählstand) gemäß Fig. 37(c) monoton. Der Kommunikationssteuerteil 50 erzeugt ein Abtastsignal (Fig. 37(d)) zum gleichen Zeitpunkt wie in Fig. 26(e), und er verschiebt synchron mit diesem Vor-

gang den Zählerwert vom Register für den augenblicklichen Zählerwert zum Register für den vorhergehenden Zählerwert. Die Subtrahierstufe subtrahiert den vorhergehenden Zählerwert vom augenblicklichen Zählerwert und gibt das Ergebnis zum Parallel/Reihenwandler aus. Die zeitabhängige Beziehung zwischen der Abtastung dieser Zählerwerte und dem Ausgangssignal der Subtrahierstufe ist in den Fig. 37(c)–37(g) dargestellt.

Bei der dreizehnten Ausführungsform wird der Aufwärts/Abwärtszähler 5 nicht gelöscht, vielmehr sind zwei Register zum Speichern der augenblicklichen und vorhergehenden Zählerwerte vorgesehen, wobei zwischen den beiden Zählerwerten die Differenz gebildet und als Ausgangssignal erzeugt bzw. geliefert wird. Infolgedessen wird die Änderungsgröße im Zählerwert innerhalb einer gegebenen Zeit übertragen, wodurch bei dieser Ausführungsform die gleichen Vorteile wie bei der achten Ausführungsform erzielbar sind.

Obleich die achten bis dreizehnten Ausführungsformen der Erfindung vorstehend im einzelnen beschrieben worden sind, ist die Erfindung keineswegs hierauf beschränkt, sondern innerhalb ihres Rahmens verschiedenen Abwandlungen zugänglich. Beispielsweise ist bei achter bis dreizehnter Ausführungsform der Drehstellungsgeber 4 in unmittelbarem Kontakt mit dem Motor 1 angeordnet, doch kann er auch vom Motor getrennt vorgesehen sein. Gewünschtenfalls kann es sich beim Drehstellungsgeber 4 um einen linearen Drehstellungsgeber handeln. Ebenso kann die Übertragungsstrecke aus Lichtleiteroptik bestehen.

Die vorstehende Beschreibung von achter bis dreizehnter Ausführungsform bezieht sich auf den Fall, in welchem Signale für Phasen U, V, W und Z als solche oder wie sie sind in Überlagerung zu Reihensignalen übertragen werden; gewünschtenfalls können jedoch nur die beiden Phasen A und B übertragen und nach den oben beschriebenen Verfahren regeneriert werden, wobei diese Betriebsart ebenfalls von der Erfindung umfaßt sein soll.

Die vorstehende Beschreibung der achten bis dreizehnten Ausführungsformen bezieht sich auch auf den Fall, in welchem eine Fehlerdetektion ausschließlich durch CRC-Bits bewerkstelligt wird; es ist jedoch zu beachten, daß auch eine andere Prüfung dahingehend vorgenommen werden kann, ob das Start-Bit einzeln (ein einziges Bit) ist oder ob der Zählerwert nicht mehr als der zulässigen Drehzahlgröße entspricht.

Es ist darauf hinzuweisen, daß die Erfindung auf alle Arten von Verfahren anwendbar ist, in denen Schrittsignale für Datenübertragung und Regeneration in einer ansteigenden oder einer absteigenden Folge bzw. Ordnung gezählt werden.

Die achten bis dreizehnten Ausführungsformen der Erfindung bezüglich des Verfahrens zur Übertragung von Schrittsignalen können wie folgt gekennzeichnet sein:

Zunächst wird die Änderungsgröße im Aufwärts/Abwärtszählerwert innerhalb einer gegebenen Zeit abgetastet bzw. abgefragt; hierdurch kann die zu handhabende Signalmenge reduziert werden, wodurch die Speicherkapazität verkleinert und die Signalübertragungszeit verkürzt und damit ein Beitrag zu besserer Steuerbarkeit geleistet wird.

Zum zweiten werden zusätzlich zu diesem Abtast- oder Abfragemerkmal Impulse in Übereinstimmung mit dem aus der Reihe von  $(2^n - 1)$  Impulsen (mit  $n$  = eine natürliche Zahl) empfangenen oder abgenommenen Reihensignal gewählt und zu Schrittsignalen regene-

riert. Auch wenn dabei der Ausgang oder das Ausgangssignal eines Analogensors für Phasen A und B nur eine geringe Genauigkeit aufweist, kann das Tastverhältnis des A/B-Phasenausgangssignals zufriedenstellend verbessert werden, um eine bessere Güte der zu übertragenden Daten zu gewährleisten.

Zusätzlich zum Abtastmerkmal werden drittens die Reihensignale für jeweilige Abtastdaten in Rahmen (frames) geteilt, wobei Fehler in jedem Rahmen detektiert werden.

Wenn ein Einzelfehler während dieser Fehlerdetektion auf Rahmenbasis auftritt, werden viertens die Daten im vorhergehenden Rahmen erneut benutzt, wobei das System nur dann als anormal festgestellt wird, wenn Fehler wiederholt mit einer vorbestimmten Häufigkeitszahl auftreten. Auf diese Weise können fehlerhafte Operationen vermieden werden, so daß eine höhere Systemzuverlässigkeit gewährleistet wird.

#### Vierzehnte und fünfzehnte Ausführungsform

Nachstehend ist die vierzehnte Ausführungsform der Erfindung beschrieben.

Eine vereinfachte perspektivische Darstellung der Vorrichtung zur Übertragung von Signalen von einem Stellungsdetektor oder -geber entspricht derjenigen nach Fig. 1, die zur Beschreibung der ersten Ausführungsform herangezogen wurde; die vorliegende achte bzw. vierzehnte Ausführungsform ist daher (zunächst) anhand von Fig. 1 und unter Verwendung der gleichen Bezugsziffern beschrieben.

Gemäß Fig. 1 weist ein Motor 1, z. B. ein bürstenloser Motor, eine Hauptwelle 1a auf, über deren einer Stirnfläche ein Poldetektormagnet 2 angeordnet ist, welcher in der Weise magnetisiert ist, daß N- und S-Pole einander um den Umfang herum abwechseln, wobei der Magnet 2 den Phasen U, V und W zugeordnete Antriebsstellungsdaten abgibt. Über der einen Stirnfläche der Hauptwelle 1a, jedoch näher an der Hauptwelle als der Magnet 2, ist außerdem ein scheibenförmiges magnetisches Registrierelement 3 vorgesehen, das aus einem oberen und einem unteren Abschnitt besteht, wobei der obere Abschnitt so magnetisiert ist, daß zwei Pole, d. h. ein N- und ein S-Pol, am Umfang nebeneinander angeordnet sind, während sein unterer Abschnitt so magnetisiert ist, daß sich N- und S-Pole um den Umfang herum in Phase mit den N- und S-Polen am Umfang des oberen Abschnitts abwechseln. Aufgrund dieser Ausgestaltung liefert das magnetische Registrierelement 3 Stellungendaten in Zuordnung zu den Phasen Z, A und B.

Der Motor 1 ist mit einem Stellungsdetektor oder -geber 4, z. B. einem Drehstellungsgeber, zum Erfassen von den Phasen A, B, Z, U, V und W zugeordneten Stellungendaten versehen. Der Drehstellungsgeber 4 ist in einem gestrichelt eingezeichneten Gehäuse 44 gekapselt, wobei Hall-Vorrichtungen 4a und ein MR-Sensor 4b in Stellungen angeordnet sind, in welchen sie den magnetisierten Bereichen des Poldetektormagneten 2 bzw. des Registrierelements 3 zugewandt sind. Die Hall-Vorrichtungen 4a sind an der Rückseite der Basis einer noch zu beschreibenden Signalprozessorschaltung 17 montiert, die folgendes umfaßt: eine Wellenformschaltung 4c, eine Vervierfacher/Richtungsdetektorschaltung 40, einen Aufwärts/Abwärtszähler 5, einen Parallel/Reihenwandler 6, einen Kommunikationssteuerteil 50, einen CRC-Bitaddierer 51, eine Halteschaltung 60, die auch als Abtast- oder Abfrageschaltung dient, einen Leitungstreiber 8, eine 5 V-Stromversorgung 18 sowie

einen Masseanschluß 19. Gemäß Fig. 38 sind die Ausgangsleitungen der Hall-Vorrichtungen 4a und des MR-Sensors 4b mit der Wellenformschaltung 4c zum Formen von Rechteckwellen verbunden. Von der Wellenformschaltung 4c abgehende Ausgangsleitungen für Phasen A und B sind mit der Vervierfacher/Richtungsdetektorschaltung 40 zur Umwandlung in vervierfachte oder Vierfachimpulse und ein Aufwärts/Abwärtssignal verbunden. Die Ausgangsleitungen der Schaltung 40 sowie eine Ausgangsleitung des Kommunikationssteuerteils 50, welcher Befehlssignale für Löschen und Abtastung (Abfragung) liefert, sind an einen 6 Bit-Zähler 5 angeschlossen, der je nach der Voreilung oder Nacheilung der Phase des Signals A oder B in einer ansteigenden oder absteigenden Folge zählt. Die Ausgangsleitung des Aufwärts/Abwärtszählers 5 ist mit dem Parallel/Reihenwandler 6 verbunden, während die Ausgangsleitungen für die anderen Phasen (Z, U, V und W) unmittelbar mit dem Wandler 6 verbunden sind.

Die von der Wellenformschaltung 4c abgehenden Ausgangsleitungen für Phasen A und B sowie die Ausgangsleitung des Kommunikationssteuerteils 50 sind auch zum Abtasten (oder Abfragen) der Schrittsignale für Phasen A und B mit der Halteschaltung 60 verbunden. Die Ausgangsleitung der letzteren ist an den Parallel/Reihenwandler 6 angeschlossen. An letzteren ist auch die Ausgangsleitung des Fehlerdetektor-CRC-Bitaddierers 51 angeschlossen. Eine Reihensignalleitung 7 vom Parallel/Reihenwandler 6 ist mit dem Leitungstreiber 8 verbunden.

Gemäß Fig. 39 sind eine Busleitung 10 und eine Rücklaufbusleitung 11 vom Leitungstreiber 8 innerhalb einer Steuereinheit 16 an einen Leitungsempfänger 14 angeschlossen. Die Signalprozessoreinheit 17 ist mit der 5 V-Stromversorgung 18 und dem Masseanschluß 19 versehen, während die Steuereinheit 16 eine 5 V-Stromversorgung 41 und einen Masseanschluß 42 aufweist. Die beiden Stromversorgungen 18 und 41 sind über eine 5 V-Stromleitung 12 verbunden, während die beiden Masseanschlüsse 19 und 42 durch eine Masseleitung 13 verbunden sind. Die (5 V-)Stromleitung 12 und die Masseleitung sind in einem Drehstellungsgeberkabel 9 zusammen mit der Busleitung 10 und der Rücklaufbusleitung 11 gebündelt. Das Drehstellungsgeberkabel 9 ist durch entsprechende, nicht dargestellte Elemente gehalten.

Die Ausgangsleitung vom Leitungsempfänger in der Steuereinheit 16 ist mit einem Reihen/Parallelwandler 15 über eine Reihensignalleitung 30 so verbunden, daß Stellungendaten für die Phasen Z, U, V und W, der Zählerwert (Zählstand), das Abtastsignal und Fehlerdetektor-CRC-Bits in Parallelform vom Wandler 15 geliefert werden. Die dem Zählerwert zugeordnete Ausgangsleitung vom Wandler 15 ist an eine Absolutwertschaltung 45 angeschlossen, die bestimmt, ob der Eingang bzw. das Eingangssignal eine positive oder negative Größe besitzt; im Fall einer negativen Größe ändert die Schaltung diese Größe auf eine positive Größe; alle Ausgangsleitungen, die den Stellungendaten für die Phasen Z, U, V und W dem Zählerwert, dem Abtastsignal und den CRC-Bits zugeordnet sind, sind an einen Fehlerdetektor 48 angeschlossen. Eine Ausgangsleitung vom Fehlerdetektor 48, der einen HOLD- bzw. Halte-Befehl liefert, ist sowohl mit der Absolutwertschaltung 45 als auch einem Verriegelungsglied 49 verbunden. Das Ausgangssignal des Fehlerdetektors 48 wird als Einzelauftritt-Fehleralarm nach außen geliefert und auch an eine Dreifachfolgeauftritt-Detektorschaltung angeschaltet. Das Ausgangssignal dieser Detektorschaltung wird als Dreifach-

folgeauftritt-Fehlerarm nach außen geliefert. Wenn die Übertragungsstrecke gute Qualität besitzt bzw. einwandfrei ist, wird der Einzel(auftritt)-Fehleralarmausgang einer nicht dargestellten Schaltung zum Abschalten der elektrischen Stromzufuhr zum Motor aufgeschaltet. Wenn dagegen die Übertragungsstrecke nicht einwandfrei ist, wird andererseits der Dreifachfolge(auftritt)-Alarmausgang an diese Schaltung zum Abschalten der Stromzufuhr angeschaltet. Der Reihen/Parallelwandler 15 nimmt einen Rahmen der Reihensignale als einen Eingang bzw. ein Eingangssignal ab, und die Ausgangsleitung für Rücksetzsignale entsprechend diesen Reihensignalen ist an einen 1/12-Frequenzteiler 43 angeschlossen, der einen Grundtakt von 10 MHz als Eingangssignal abnimmt und  $(2^n - 1)$  Pulse generiert. Die Ausgangsleitung dieses Frequenzteilers ist mit einem 1/2<sup>n</sup>-Frequenzteiler 44 verbunden, der fünf Impulsreihen unterschiedlicher Impulsdichten generiert. Die Ausgangsleitungen des 1/2<sup>n</sup>-Frequenzteilers 44 und der Absolutwertschaltung 45 sind mit einem Impulsgenerator 46 verbunden, welcher Impulse entsprechend dem Absolutwert des Eingangs bzw. Eingangssignals wählt. Die Ausgangsleitung dieses Generators 46 ist mit einer A/B-Phasengeneratorschaltung 47 verbunden, die in Abhängigkeit vom Zählerwert b5 zwischen einem Aufwärts- und einem Abwärts-Eingangssignal umschaltet (bezüglich Einzelheiten vgl. unten) und die eine Rechteckwelle für Phase A oder B regeneriert.

Die Abtastdaten-Ausgangsleitung vom Reihen/Parallelwandler 15 ist auch an die A/B-Phasengeneratorschaltung 47 angeschlossen.

Gemäß Fig. 1 ist die Steuereinheit 16 mit dem Motor 1 über ein Motorkabel 31 verbunden, so daß der Motor durch die Steuereinheit 16 ansteuerbar ist.

Die Arbeitsweise der Signalübertragungsvorrichtung mit dieser Ausgestaltung ist nachstehend kurz beschrieben.

Wenn dem Motor 1 von der Steuereinheit 16 über das Motorkabel 31 Antriebsenergie zugespeist wird, um den Motor 1 in Betrieb zu setzen, läuft seine Hauptwelle 1a an, wobei der Poldetektormagnet 2 und das magnetische Registrierelement 3 eine Magnetfeldänderung herbeiführen. Die entsprechenden Magnetfeldänderungen werden durch die Hall-Vorrichtungen 4a als Antriebsstellungsdaten für die Phasen U, V und W detektiert bzw. abgegriffen. Der MR-Sensor 4b greift die Änderungen als Stellungendaten für die Phasen Z, A und B ab, wobei die beiden letzteren Phasen als Sinuswellen abgegriffen werden. Die entsprechenden Datensignale Vu, Vv, Vw, Vz, Va und Vv (vgl. Fig. 38) werden der Wellenformschaltung 4c eingespeist und in dieser zu Rechteckwellen geformt. Die erhaltenen geformten Signale für die Phasen A und B sind in den Fig. 41(b) und 41(c) dargestellt. Diese Rechtecksignale (Stufen- oder Schrittsignale) A und B werden sodann einem Vierfachimpulsgenerator/Richtungsdetektor 40 eingespeist und darin in vervierfachte Impulse oder Vierfachimpulse sowie Aufwärts/Abwärts signale umgewandelt, die beide einem 6 Bit-Aufwärts/Abwärtszähler 5 zum Zählen in ansteigender oder absteigender Reihe zugespeist werden.

Ein Beispiel für die Arbeitsweise der genannten Schaltung 40 sowie des Aufwärts/Abwärtszählers 5 ist in Fig. 43 dargestellt.

Gemäß Fig. 43 wird ein vervierfachter (quadrupled) bzw. Vierfachimpuls (a) synchron mit der Flanke des Signals A oder B (beim Übergang vom einen Signal auf das andere) generiert, während ein Aufwärts/Abwärts-

signal (b) derart generiert wird, daß es die Richtung des Zählmodus entsprechend der Phasenvoreilung oder -nacheilung der Signale A und B angibt; wenn die Phase des Signals B voreilt, weist das Aufwärts/Abwärts signal ein Zählen in einer ansteigenden Richtung an, während bei einer Voreilung der Phase des Signals B das gleiche Signal ein Zählen in einer absteigenden Richtung anweist. Infolgedessen wird der Zählerwert (c) des Aufwärts/Abwärtszählers entsprechend dem Vierfachimpuls (a) und dem Aufwärts/Abwärts signal (b) stufenweise gezählt.

Bei der vorliegenden vierzehnten Ausführungsform vermag der Aufwärts/Abwärtszähler 5 seinen Wert in gegebenen Zeitabständen oder -intervallen in Abhängigkeit von einem SAMPLING- oder Abtast-Signal vom Kommunikationssteuerteil 50 (vgl. Fig. 41(g)) abzutasten bzw. abzufragen. Wenn der abgetastete Zählerwert in den Parallel/Reihenwandler 6 geladen wird, löscht der Zähler seinen Wert in Abhängigkeit von einem CLEAR- bzw. Lösch-Signal vom genannten Steuerteil 50 (vgl. Fig. 41(h)). Bei dieser Ausführungsform eilt die Phase des Signals B ständig der Phase des Signals A voraus, so daß der Wert des Aufwärts/Abwärtszählers 5 in der in Fig. 41(f) angegebenen Form auftritt oder erscheint.

Die Werte des Aufwärts/Abwärtszählers 5 werden dem Parallel/Reihenwandler 5 als 6 Bit-Signal b0—b5 eingegeben. Andererseits werden die Rechteck-Stellungsdatensignale U, V, W und Z diesem Wandler 6 unmittelbar eingespeist.

Im Wert (Zählstand) des Aufwärts/Abwärtszählers 5 bezeichnet b5 das MSB und b0 das LSB; diese Bits sind so gesetzt, daß bei einem Voreilen der Phase des Signals B b5 gleich Null und bei einem Voreilen der Phase des Signals A b5 gleich 1 ist.

Die in den Fig. 41(b) und 41(c) umkreisten Ziffern sind auf die umkreisten Ziffern in Fig. 41(f) bezogen. Mit anderen Worten: die Änderungspunkte im Signal A (Fig. 41(b)) oder B (Fig. 41(c)) entsprechen den Änderungen in den Werten des Aufwärts/Abwärtszählers 5.

Die in Fig. 41(d) nicht umkreisten (d. h. nicht im Kreis stehenden) Ziffern beziehen sich auf die Werte des Aufwärts/Abwärtszählers 5.

Der Grund für die Auslegung des Aufwärts/Abwärtszählers 5 zur Erzeugung bzw. Lieferung von 6 Bit-Zählungen ist nachstehend angegeben.

Es sei angenommen, daß das vom Parallel/Reihenwandler 6 erzeugte Reihensignal eine Ausbreitungsgeschwindigkeit von 500 kb/s und auch das Reihensignal ein Format gemäß Fig. 41(a) aufweist. Die Abtastung oder Abfragung eines Rahmens (frame) dauert mithin 38 µs. Wenn vorausgesetzt wird, daß die Phasen A und B bei jeder Umdrehung der Hauptwelle 1a, die mit bis zu 5000/min rotieren kann, 2048 Impulse erzeugen oder liefern, bestimmt sich die Frequenz der Vierfachimpulse zu:

$$50000 \text{ (U/min)/60 (s)} \times 2048 \text{ (Impulse)} \times 4 \text{ (Multiplikationsfaktor)} = 682,7 \text{ (kHz)}$$

Da die Abtastperiode, wie angegeben, 38 µs beträgt, bestimmt sich die Zahl der Impulse, die in dieser Periode generiert werden können, durch:

$$682,7 \text{ (kHz)} \times 38 \text{ (µs)} = 25,9 \text{ (Impulse)/Periode}$$

Da  $25,9 < 31 = 2^5 - 1$  gilt, kann darauf geschlossen werden, daß im Hinblick auf die Richtung des Zählmo-

aus 6 Bits für die Werte des Aufwärts/Abwärtszählers 5  
4 erreichen.

Die Schrittsignale für Phasen A und B von der Wellenformschaltung 4c werden auch als Eingang oder Eingangssignale der Halteschaltung 60 eingespeist, in welcher die Pegel dieser Schrittsignale abgetastet oder abgefragt und in Abhängigkeit einem Abtastsignal (g) vom Kommunikationssteuerteil 50 gehalten werden. Die Halteschaltung 60 liefert Signale Ao und Bo gemäß den Fig. 41(d) bzw. 41(e). Diese Signale werden dem Parallel/Reihenwandler 6 eingespeist, in welchem die Abtastsignale Ao und Bo einer Parallel/Reihenumwandlung zusammen mit dem Aufwärts/Abwärtszählerwert und den Stellungsdatensignalen U, V, W und Z unterworfen werden. Infolgedessen liefert dieser Wandler 6 ein Reihensignal des in Fig. 41(a) gezeigten Formats.

Wie erwähnt, setzt das in Fig. 41(a) gezeigte Format eine Übertragungsgeschwindigkeit von 500 kb/s und eine Abtastperiode von 38 µs pro Rahmen voraus.

Fig. 41(a) zeigt folgendes: eine Pausenlücke 520, welche der Übertragung verschiedener Datenarten vorausgeht, ein Start-Bit 521, das auf die Lücke 520 folgt und den Start oder Beginn der Datenübertragung meldet, einen 6 Bit-Aufwärts/Abwärtszählerwert 522, der auf das Start-Bit 521 folgt und vom Aufwärts/Abwärtszähler 5 übertragen wird, Abtastsignale Ao und Bo 523, die auf den Zählerwert 522 folgen und von der Halteschaltung 60 übertragen werden, Stellungsdatensignale 524 für (Phasen) Z, U, V und W, die auf die Abtastsignale Ao und Bo folgen und von der Wellenformschaltung 4c übertragen werden, sowie vier CRC-Bits 525, die auf die Datensignale 524 für Z, U, V und W folgen und zur Prüfung einer Datenfolge dienen. Die CRC-Bits 525 sollen den Datensignalen in Abhängigkeit von einem Signal von einem Fehlerdetektor-CRC-Bitaddierer 51 hinzuaddiert werden. Die Pausenlücke 520, das Start-Bit 521, der Aufwärts/Abwärtszählerwert 522, die Abtastsignale (Ao, Bo) 523, die Stellungsdatensignale 524 und die CRC-Bits 525 bilden einen Rahmen. Der im Format benutzte Code kann ein Manchester-Code sein.

Auf diese Weise erzeugte Reihensignale eines Rahmens werden über den Leitungstreiber 8 und das Drehstellungsgeberkabel 9 wiederholt zur Steuereinheit 16 übertragen, wenn bzw. während die zu übertragenden Daten entsprechend den Detektionssignalen von den Hall-Vorrichtungen 4a und dem MR-Sensor 4b aktualisiert werden. Wie erwähnt, werden diese Signale durch Abtasten oder Abfragen in gegebenen Zeitintervallen entsprechend den Abtast- und Löscher-Signalen, die vom Steuerteil 50 geliefert werden, erhalten.

Die interessierenden Reihensignale werden über das Drehstellungsgeberkabel 9 übertragen und vom Leitungsempfänger 14 in der Steuereinheit 16 empfangen. Diese Reihensignale werden im Reihen/Parallelwandler 15 wieder in Parallelsignale umgewandelt, wobei Daten zu dem Zeitpunkt erzeugt oder geliefert werden, zu dem das Auftreten von CRC-Bits 525 verifiziert wird, nämlich zum Zeitpunkt gemäß Fig. 42(i).

Die Stellungsdaten U, V, W und Z für die Phasen U, V, W und Z werden in paralleler Form z. B. für nachfolgende Verarbeitung weitergeleitet; andererseits werden die 6 Bit-Zählerwerte einer Absolutwertschaltung 45 (vgl. Fig. 39) eingespeist, in welcher auf der Grundlage des Wert von b5 eine Entscheidung dahingehend getroffen wird, ob jeder Zählerwert positiv oder negativ ist. Das Kriterium für diese Entscheidung besteht darin, daß der Zählerwert im Fall von b5 = 0 als positiv und im Fall von b5 = 1 als negativ festgestellt wird.

Im Fall von b5 = 1 führt die Schaltung 45 Berechnung für 100 000(2) — b4b3b2b1b0(2) durch, wobei das Ergebnis als Ausgangssignal von der Schaltung 45 ausgegeben wird. Das Ausgangssignal der Schaltung 45 besteht aus 5 Bits und ist als b4'b3'b2'b1'b0' codiert. In der obigen Rechenformel stehen die in Klammern gesetzten Ziffern für die Wurzel eines betreffenden Zahlensystems und (2) für eine Zahl in binärer Setzung.

Im folgenden ist ein in Fig. 14 dargestellter 1/12-Frequenzteiler 43 beschrieben. Entsprechend der Berechnung der Zahl von Bits, die für den Aufwärts/Abwärtszähler 5 erforderlich sind, reicht das Generieren von bis zu 26 Impulsen innerhalb von 38 µs für einen nachgeschalteten Impulsgenerator 46 aus. Bei der vorliegenden Ausführungsform ist jedoch ein Takt oder Taktgeber, der 31 Impulse innerhalb von 38 µs zu generieren vermag, erforderlich, um das Zittern in den Signalen für die Phasen A und B zu reduzieren (bezüglich Einzelheiten vgl. unten). Genauer gesagt, läßt sich die Frequenz des nötigen Takts wie folgt ausdrücken:

$$31 (\text{Impulse}) / 38 (\mu\text{s}) = 815,8 (\text{kHz})$$

Wenn der Grundtakt eine Frequenz von 10 MHz besitzt, bestimmt sich die erforderliche Zahl von Frequenzteilungen zur Lieferung des nötigen Takts wie folgt:

$$10 (\text{MHz}) / 815,8 (\text{kHz}) = 12,3 (\text{Teilungen})$$

Dies stellt den Grund für die Verwendung des 1/12-Frequenzteilers 43 bei der vierzehnten Ausführungsform dar.

Das Ausgangssignal dieses 1/12-Frequenzteilers 43, nämlich die Erzeugung von 31 Impulsen bei einer Taktfrequenz von 10/12 MHz stimmt jedoch nicht genau mit 38 µs überein, so daß ein RESET- bzw. Rücksetz-Signal entsprechend einem Rahmen der Reihensignale vom Reihen/Parallelwandler 15 empfangen bzw. abgenommen wird, um die beiden Enden bzw. Faktoren in Übereinstimmung miteinander zu bringen. Dieses abgenommene Rücksetz-Signal ist in Fig. 42(i) dargestellt. Nachdem gemäß Fig. 42(k) der 31. Impuls bei einer Taktfrequenz von 10/12 MHz generiert worden ist, wird der 1/12-Frequenzteiler 43 auf Stop rückgesetzt, wobei sein Rücksetzzustand zum Zeitpunkt der Datenaufstellung gemäß Fig. 42(i) gelöscht wird. Jeder Impuls wird daher in einem Intervall von 1,2 µs generiert, und das Intervall zwischen dem 31. Impuls sowie dem ersten Impuls der nächsten Periode beträgt 2,0 µs.

Die frequenzgeteilten Signale für 31 Impulse werden einem 1/2<sup>n</sup>-Frequenzteiler 44 zugespeist, in welchem sie in fünf Impulsreihen unterschiedlicher Impulsdichten geteilt werden. Das Konzept des 1/2<sup>n</sup>-Frequenzteilers 44 und eines nachstehend zu beschreibenden Impulsgenerators 46 ist in der vorher genannten Veröffentlichung beschrieben. Gemäß der Theorie der Impulsverteilung nach der MIT-Technik wird der Takt von 10/12 MHz auf fünf Takte gemäß den Fig. 42(1) bis 42(p) verteilt; CLK16 enthält ungeradzählige Impulse; CLK8 enthält Impulse, die zur Bildung des Rests von 2 durch 4 dividiert sind; CLK4 enthält Impulse, die zur Bildung des Rests von 4 durch 8 dividiert sind; CLK2 enthält Impulse, die zur Bildung des Rests von 8 durch 16 dividiert sind; schließlich enthält CLK1 Impulse, die zur Bildung des Rests von 16 durch 32 dividiert sind.

Die Takte CLK16, CLK8, CLK4, CLK2 und CLK1 sowie das Ausgangssignal b4'b3'b2'b1'b0' von der Abso-

lutwertschaltung 45 werden dem Impulsgenerator 46 eingespeist.

Gemäß Fig. 40 besteht der Impulsgenerator 46 aus UND-Gliedern 46a und einem ODER-Glied 46b; je nach dem Inhalt des Signals  $b_4'b_3'b_2'b_1'bo'$  wählt der Generator 46 CLK16, CLK8, CLK4, CLK2 oder CLK1 zum Ausgeben einer logischen Summe. Wenn, wie in der Mitte der Beschriftung von Fig. 42(g) angegeben,  $b_4'b_3'b_2'b_1'bo'$  gleich 01101(2) ist, werden CLK8, CLK4 und CLK1 gewählt; dies bedeutet, daß Impulse 2, 4, 6, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 26, 28 und 30 bei einer Taktfrequenz von 10/12 Mz gewählt und aufsummiert werden, um Impulse gemäß Fig. 42(r) zu bilden. Wie sich aus letzterer Figur ergibt, sind die Ausgangsimpulse zum Reduzieren des Auftretens von Zittern im wesentlichen gleichmäßig beabstandet. Eine noch zu beschreibende A/B-Phasengeneratorschaltung 47 erzeugt daher auf vorher bereits beschriebene Weise entsprechende Impulse.

Die Impulsreihe gemäß Fig. 42(r) und die Abfrage- oder Abtastsignale  $Ao'$  und  $Bo'$  werden dem A/B-Phasengenerator 47 eingegeben. Die Abtastsignale  $Ao'$  und  $Bo'$  werden zu dem Zeitpunkt generiert, zu dem gemäß Fig. 42(i) Daten aufgestellt (established) werden, und sie nehmen daher gemäß den Fig. 42(s) und 42(d) entweder einen hohen oder einen niedrigen Pegel an (bei der vorliegenden Ausführungsform werden nur niedrigpegelige Signale generiert). Auf der Grundlage dieser Abtastsignale  $Ao'$  und  $Bo'$  sowie der Impulsreihe vom Impulsgenerator 46 werden Schrittsignale  $A'$  und  $B'$  regeneriert.

Die A/B-Phasengeneratorschaltung 47 ist so ausgelegt, daß sie das Ausgangssignal des Impulsgenerators 46 in Abhängigkeit vom Wert von  $b_5$  in dem vom Reihen/Parallelwandler 15 übertragenen 6 Bit-Zählerwert entweder auf ein Aufwärts- oder ein Abwärts-Eingangssignal umschaltet. Genauer gesagt: das Ausgangssignal vom Impulsgenerator 46 wird im Fall von  $b_5 = 0$  auf ein Aufwärts-Eingangssignal und im Fall von  $b_5 = 1$  auf ein Abwärts-Eingangssignal umgeschaltet. Abtastsignale  $Ao'$  und  $Bo'$  werden als Anfangswerte oder -größen für die Ausgangssignale  $A'$  und  $B'$  vom A/B-Phasengenerator zum Zeitpunkt gemäß Fig. 42(i) geladen. Der Zeitpunkt (oder Zeittakt) des Ladens der Abtastsignale ist in den Fig. 42(u) und 42(v) durch Kreise angedeutet. Weiterhin ist der A/B-Phasengenerator so ausgelegt, daß in Abhängigkeit vom Eingang eines Impulses des Aufwärts-Eingangssignals eine Wellenform mit einer voreilenden  $B'$ -Phase generiert wird, während in Abhängigkeit vom Eingang eines Impulses des Abwärts-Eingangssignals eine Wellenform mit einer voreilenden  $A'$ -Phase generiert wird.

An dieser Stelle ist zu erwähnen, daß die Abtastsignale  $Ao'$  und  $Bo'$  Daten für den Pegel des Zählerwerts liefern, bevor dieser sich ändert, und daß deshalb, weil die Schrittsignale für die Phasen A und B auf der Basis dieses Pegels regeneriert werden, sichergestellt wird oder ist, daß die Eingangssignale A und B zur Vervierfacher/Richtungsdetektorschaltung 40 in der Signalprozessorschaltung 17 in ihrer Phase nicht von den Ausgangssignalen  $A'$  und  $B'$  vom A/B-Phasengenerator 47 versetzt sind.

Ausgangssignale von der A/B-Phasengeneratorschaltung 47 sind in den Fig. 42(u) bzw. 42(v) dargestellt. Ersichtlicherweise eilt die Phase des Signals B derjenigen des Signals A voraus.

Durch ①, ②, ... in den Fig. 41(b) und 41(c) angegebene Flanken entsprechen den in den Fig. 42(u) und 42(v)

durch ①, ②, ... bezeichneten Flanken, wobei sich ersichtlicherweise Zeitverzögerungen entwickelt haben. Dies beruht entweder auf der Verzögerung in der Reihenübertragung oder auf dem Wartezustand für Datenaufstellung, doch beträgt die tatsächliche Zeitdifferenz nur 64 US, was als Verzögerung bei der Übertragung von Signalen für Phasen A und B kein großes Problem darstellt. Diese Übertragungsverzögerung kann durch Erhöhung der Übertragungsgeschwindigkeit von 500 kb/s auf 1 MB/s weiter verringert werden.

Der Fehlerdetektor 48 vermag Fehler in den übertragenen CRC-Bits 524 zu detektieren. Wenn ein Fehler detektiert wird, liefert der Detektor ein Einzelauftritt-Alarmausgangssignal; gleichzeitig liefert er ein HOLD- bzw. Halte-Signal sowohl zur Absolutwertschaltung 45 als auch zum Verriegelungsglied 49, um sicherzustellen, daß die Daten  $b_5 - b_0$ , U, V, W und Z im zuletzt empfangenen Signalblock wieder benutzt werden. Die Wiederbenutzung der Daten  $b_5 - b_0$  entspricht einem Betrieb des Motors mit gleichmäßiger Geschwindigkeit, so daß dies für die Rotation des Motors keinerlei Problem darstellt. Soweit es die Daten U, V, W und Z betrifft, stellt deren Wiederverwendung aufgrund ihrer niedrigen Frequenz ebenfalls kein Problem dar. Wenn drei Fehler in Folge auftreten, gibt die Dreifachfolgeauftritt-Detektorschaltung ein Dreifachfolgeauftritt-Alarmsignal aus.

Das Auftreten eines Fehlers hat somit zur Folge, daß ein Einzel(auftritt)-Fehleralarm, d. h. Alarmsignal, generiert wird; erforderlichenfalls kann in diesem Fall der Motor abgeschaltet werden, um der Bedienungsperson das Auftreten eines Fehlers zu melden, wodurch ein Beitrag zu verbesserter Systemzuverlässigkeit geleistet wird. Wahlweise kann das Einzel-Fehleralarmsignal vernachlässigt werden, und der Motor wird zur Meldung des Auftretens von Fehlern an die Bedienungsperson nur dann abgeschaltet, wenn ein Dreifachfolge(auftritt)-Fehleralarmsignal generiert wird. In diesem Fall sind die Daten  $b_5 - b_0$  im zuletzt empfangenen Signalblock zu benutzen, wodurch ein häufiges Abschalten des Motors und fehlerhafte Operationen, die anderenfalls aufgrund von Störsignal vorkommen würden, vermieden werden.

Wenn drei Fehler in Folge auftreten, bestimmt das System, daß es sich um echte Fehler handelt, die auf verschiedenen Ursachen beruhen, z. B. auf eine Abnahme des Gütepegels der Kommunikations- bzw. Übertragungsstrecken; als Ergebnis wird das Dreifachfolge-Fehleralarmsignal generiert, um der Bedienungsperson das Auftreten oder Vorhandensein einer ernsthaften Störung zu melden.

In Fig. 39 sind die regenerierten Signale, wie im Fall von  $A'$ ,  $B'$ , U', V', W', Z',  $Ao'$  und  $Bo'$ , mit einem Indexstrich markiert, wodurch klargestellt werden soll, daß die regenerierten Signale im Vergleich zu den anfänglichen Signalen A, B, U, V, W, Z,  $Ao$  und  $Bo$  in der Übertragung verzögert sind.

Bei der vierzehnten Ausführungsform wird somit die Änderungsgröße pro Zeiteinheit bezüglich des Werts des Aufwärts/Abwärtszählers 5 übertragen, wobei gleichzeitig die Daten für die Pegel der Phasen A und B als Abfrage- oder Abtastdaten übertragen werden. Da die Änderungsgröße des Zählerwerts und der Abtastdaten auf einer Rahmenbasis zum Regenerieren von Schrittsignalen für Phasen A und B benutzt werden, können die am Sendeende vorliegenden Pegel dieser Phasen am Empfangsende getreu regeneriert werden. Mit anderen Worten: die Phasen A, B und Z können ohne jede Phasenverschiebung ausgesandt und empfan-



gen werden.

Fig. 44 ist ein Zeitsteuerdiagramm einer Abwandlung der vierzehnten Ausführungsform, bei welcher die Halteschaltung 60 auch dann eine Abtastung bewirkt, wenn sich die Schrittsignale A und B auf hohem Pegel befinden.

Fig. 45 veranschaulicht schematisch den Aufbau einer Vorrichtung zur Übertragung von Signalen von einem Stellungsgeber gemäß der fünfzehnten Ausführungsform der Erfindung.

Die Signalübertragungsvorrichtung gemäß dieser Ausführungsform unterscheidet sich von derjenigen nach der vierten Ausführungsform dadurch, daß sie zusätzlich einen Komparator 61 zum Detektieren bzw. Erfassen von Übertragungsfehlern aufweist. Dieser Komparator 61 vergleicht die Pegel der augenblicklich empfangenen Abtastsignale Ao' und Bo' mit Endpegeln der Ausgangssignale A' und B', die auf der Basis des Zählerwerts regeneriert worden sind. Der Zeitpunkt oder Takt des Vergleichs stimmt mit der Aufstellung der Reihensignaldaten gemäß Fig. 42(i) überein; wenn dabei eine Pegeldifferenz festgestellt wird, erzeugt oder liefert der Komparator 61 ein Übertragungsfehlersignal.

Wenn die vorliegende Vorrichtung an einer Stelle eingesetzt wird, die bezüglich Störsignal (Rauschen) untermäßig ungünstig ist, kann der Zählerwert oder können die Abtastdaten gelegentlich in fehlerhafter Weise empfangen werden. Bei der fünfzehnten Ausführungsform können derartige Empfangsfehler effektiv geprüft werden, wodurch eine Verbesserung bezüglich der Zuverlässigkeit der übertragenen Daten erreicht wird.

Obgleich vierzehnte und fünfzehnte Ausführungsform vorstehend im einzelnen beschrieben worden sind, ist darauf hinzuweisen, daß die Erfindung keineswegs hierauf beschränkt, sondern innerhalb ihres Rahmens verschiedenen Abwandlungen zugänglich ist. Beispielsweise erfolgt bei diesen Ausführungsformen das Abfragen oder Abtasten am bzw. im Aufwärts/Abwärtszähler 5 entsprechend Abtastsignalen; nachdem die abgetasteten Daten in den Parallel/Reihenwandler geladen sind, wird der Aufwärts/Abwärtszähler 5 gelöscht bzw. freigemacht. Der Aufwärts/Abwärtszähler 5 braucht jedoch nicht gelöscht zu werden, sondern kann freilaufend gehalten werden, wobei der vorher abgetastete Zählerwert in einem Speicher abgespeichert werden kann, so daß er vom augenblicklich abgetasteten Zählerwert subtrahiert wird, um die Änderungsgröße im Zählerwert zu bestimmen, der anschließend zur Steuereinheit übertragen wird.

Vierzehnte und fünfzehnte Ausführungsform kennzeichnen sich auch dadurch, daß Abtastsignale Ao' und Bo' in jedem Fall für das Regenerieren von Stellungssignalen A' und B' benutzt werden. Gewünschtenfalls können jedoch die Abtastsignale Ao' und Bo' nur dann benutzt werden, wenn die Leitungsspannung der Schaltung am Empfangsende hoch genug ist, um sie für Betrieb zu befähigen.

Wahlweise können die Abtastsignale nur unmittelbar nach dem Zeitpunkt benutzt werden, nachdem die Schaltung am Empfangsende rückgesetzt worden ist.

Eine andere Möglichkeit besteht in der Benutzung der Abtastsignale zu oder in gewählten Zeitintervallen, beispielsweise jeweils einmal für eine Anzahl von Dateneempfängen.

Gewünschtenfalls können die Abtastsignale nur dann benutzt werden, wenn die Phase Z aktiv geworden ist.

Ebenso ist es auch möglich, die Abtastsignale nur

dann zu benutzen, wenn der Zählerwert (Zählstand) gleich Null ist oder wenn alle Bits b5—b0 gleich Null sind.

In diesem Fall liegt keine Änderung im Zählerwert vor, so daß Ao und Bo den Werten von A und B, die Eingangssignale zur Halteschaltung 60 bilden, gleich sind; dies bedeutet, daß die Pegel von A und B zum Zeitpunkt gemäß Fig. 41(g) im Format gemäß Fig. 41(a) auf die Ao- und Bo-Bits 523 gesetzt werden können.

Die vorstehende Beschreibung von vierzehnter und fünfzehnter Ausführungsform betrifft einen Fall, in welchem der Grundgedanke der Erfindung auf eine Vorrichtung angewandt ist, welche nicht nur die Stellungsdaten für die Phasen A, B und Z, sondern auch die Stellungsdaten für die Phasen U, V und W überträgt und verarbeitet. Ersichtlicher Weise kann der gleiche Grundgedanke auch auf eine Vorrichtung angewandt werden, welche nur die Stellungsdaten für Phasen A, B und Z überträgt und verarbeitet.

Bei den beiden Ausführungsformen sind die Bits 523, die Ao und Bo ausschließlich zugewiesen sind, im Übertragungsformat vorgesehen oder bereitgestellt; gewünschtenfalls können diese Bits jedoch auch in anderen Daten enthalten sein.

Wie unmittelbar vorstehend beschrieben, kennzeichnen sich vierzehnte und fünfzehnte Ausführungsform dadurch, daß die Änderungsgröße pro Zeiteinheit im Wert (Zählstand) des Aufwärts/Abwärtszählers übertragen wird, während gleichzeitig die Daten bezüglich der Pegel der Phasen A und B als Abfrage- oder Abtastdaten übertragen werden. Da die Änderungsgröße im Zählerwert und die Abtastdaten auf einer Rahmenbasis zum Regenerieren von Schrittsignalen für Phasen A und B benutzt werden, können die am Sendeende vorliegenden Pegel dieser Phasen am Empfangsende getreu regeneriert werden; infolgedessen können die Phasen A, B und Z ohne jede Phasenverschiebung ausgesandt und empfangen werden, was zu einer Verbesserung der Genauigkeit der Positionieraufgabe beiträgt.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Übertragen von Stellungsgebersignalen, umfassend:

eine Steuereinheit zum Verarbeiten von Signalen für verschiedene Datenarten von einem interessierenden Objekt,

einen einen magnetischen Poldetektorteil aufweisenden Stellungsdetektor bzw. -geber zum Abgreifen von Stellungsdaten bezüglich des interessierenden Objekts,

einen Aufwärts/Abwärtszähler, der in einer aufsteigenden oder absteigenden (Reihen-)Folge auf der Grundlage von Zweiphasen-Ausgangssignalen zählt, die vom Stellungsgeber entsprechend der Stellungsänderung des interessierenden Objekts erzeugt werden,

einen Wändlerschaltungsteil, in welchem sowohl der Zählerwert (Zählstand), der vom Aufwärts/Abwärtszähler erzeugt wird, oder die Änderung des Zählerwerts pro Zeiteinheit als auch ein Magnetpolstellungsdetektionssignal, das vom magnetischen Poldetektorteil erzeugt wird, in ein Serien- oder Reihensignal umgewandelt werden, und eine Übertragungsstrecke zum Übertragen des Reihensignals zur Steuereinheit.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch

einen innerhalb oder außerhalb des Stellungsgebers angeordneten Sensor zum Erfassen von Stellungen-  
daten bezüglich des interessierenden Objekts, welcher Sensor unterschiedliche Daten aus den  
Stellungsdaten detektiert, und  
eine Überlagerungseinheit, durch welche unter-  
schiedliche Daten, die mittels des Sensors und des  
Stellungsgebers detektiert und längs der Übertra-  
gungsstrecke übertragen werden, dem Reihensig-  
nal überlagert werden.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß die unterschiedlichen Daten vom  
Stellungsgeber Daten sind, die durch Analog/Digi-  
tal-Umwandlung erzeugt (worden) sind.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß der Stellungsgeber einen CRC-Bitad-  
dierer zum Addieren von Datenprüf-CRC-Bits zum  
Reihensignal und einen Leitungstreiber zum Über-  
tragen des die CRC-Bits führenden Reihensignals  
aufweist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet  
durch eine Anzahl von Stellungsgebern zum De-  
tektieren von Stellungen- und bezüglich des interes-  
sierenden Objekts, wobei Signalleitungen für die  
mehreren Stellungsgeber über eine einzige Über-  
tragungsstrecke verlaufen und wobei mindestens  
ein Teil der Stromleitungen in der Vorrichtung von  
den mehreren Stellungsgebern gemeinsam belegt  
sind.

6. Verfahren zum Übertragen von Stellungsgeber-  
signalen mittels der Vorrichtung nach Anspruch 1,  
wobei das die Absolutstellung des interessierenden  
Objekts angegebene Ausgangssignal des Absolut-  
zählers in ein Serien- oder Reihensignal umgewan-  
delt und überlagert wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß die Signalübertragungsvorrichtung  
einen Aufwärts/Abwärtszähler, eine Laufzeit- oder  
Verzögerungsschaltung zum Verzögern einer Ab-  
frage- oder Abtastzeit, eine Subtrahierschaltung  
und eine Verriegelungsschaltung aufweist.

8. Verfahren zum Übertragen von Stufen- oder  
Schrittsignalen, umfassend die folgenden Schritte:  
Speisen eines Zählers mit Schrittsignalen bezüglich  
eines zu detektierenden Objekts,  
Übertragen der Änderungsgröße im Wert (Zähl-  
stand) des Zählers innerhalb einer gegebenen Zeit,  
nachdem die Änderungsgröße in Reihensignale  
umgewandelt worden ist,

Empfangen der Reihensignale und  
Umwandeln derselben in Schrittsignale.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß Impulse entsprechend den von der  
Reihe von ( $2^n - 1$ ) Impulsen (mit  $n$  = eine natürli-  
che Zahl) empfangenen Reihensignalen gewählt  
werden und die gewählten Impulse zu Schrittsigna-  
len regeneriert werden.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß die Reihensignale für jede Abtastda-  
teneinheit in Rahmen (frame) geteilt werden und  
daß in jedem Rahmen Fehler detektiert werden.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß die Daten im vorhergehenden Rah-  
men erneut benutzt werden, wenn ein Einzelfehler  
während der Fehlerdetektion auf Rahmenbasis auf-  
tritt, und daß das System als anomal bestimmt wird,  
wenn Fehler wiederholt mit einer vorbestimmten  
Häufigkeitszahl auftreten.

12. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß der Zähler ein Zähler ist, der aufwärts  
oder abwärts zählt.

13. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß die Schrittsignale einer vervierfacht-  
ten oder Vierfachimpulsgenerator/Richtungsde-  
tektorschaltung eingespeist werden, in welcher sie  
in Vierfachimpulse (quadrupled pulses) und Auf-  
wärts/Abwärtssignale umgewandelt werden, die  
dann einem Aufwärts/Abwärtszähler eingespeist  
werden.

14. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß Feldimpulse (field pulses) und zuge-  
ordnete Aufwärts/Abwärtssignale in einen Auf-  
wärts/Abwärtszähler eingespeist werden, um die  
Feldimpulse und die Aufwärts/Abwärtssignale zu  
reproduzieren.

15. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß ein Aufwärts-Impuls und ein Ab-  
wärts-Impuls einem Aufwärts/Abwärtszähler ein-  
gespeist werden, um den Aufwärts- und den Ab-  
wärtsimpuls zu reproduzieren.

16. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß ein  $1/2^n$ -Frequenzteiler, eine Absolut-  
wertschaltung und eine Impulsgeneratorschaltung  
verwendet werden.

17. Vorrichtung zum Übertragen von Stellungsge-  
bersignalen, umfassend:

einen Stellungen-detektor oder -geber zum Erfassen  
von Stellungssignalen bezüglich eines interessie-  
renden Objekts,

einen Aufwärts/Abwärtszähler, der mit Zweipha-  
sen-Schrittsignalen gespeist wird, die mittels des  
Stellungsgebers entsprechend der Stellungsände-  
rung des interessierenden Objekts erfaßt worden  
sind,

wobei Abtastdaten durch Abtasten der Zweipha-  
sen-Schrittsignale erzeugt werden,

einen Wandler-schaltungsteil, in welchem eine Än-  
derungsgröße pro Zeiteinheit des vom Aufwärts/  
Abwärtszähler gelieferten Zählerwerts (Zähl-  
stands) in ein Reihensignal umgewandelt wird, und  
eine Empfangsschaltung zum Empfangen des Rei-  
hensignals über eine Übertragungsstrecke und zum  
Regenerieren der Zweiphasen-Schrittsignale auf  
der Grundlage der Änderungsgröße und der Ab-  
tastdaten.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch ge-  
kennzeichnet, daß die Empfangsschaltung Übertra-  
gungsfehler durch Vergleichen der Abtastdaten mit  
den regenerierten Zweiphasen-Schrittsignalen de-  
tektiert.

Hierzu 40 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG. 1

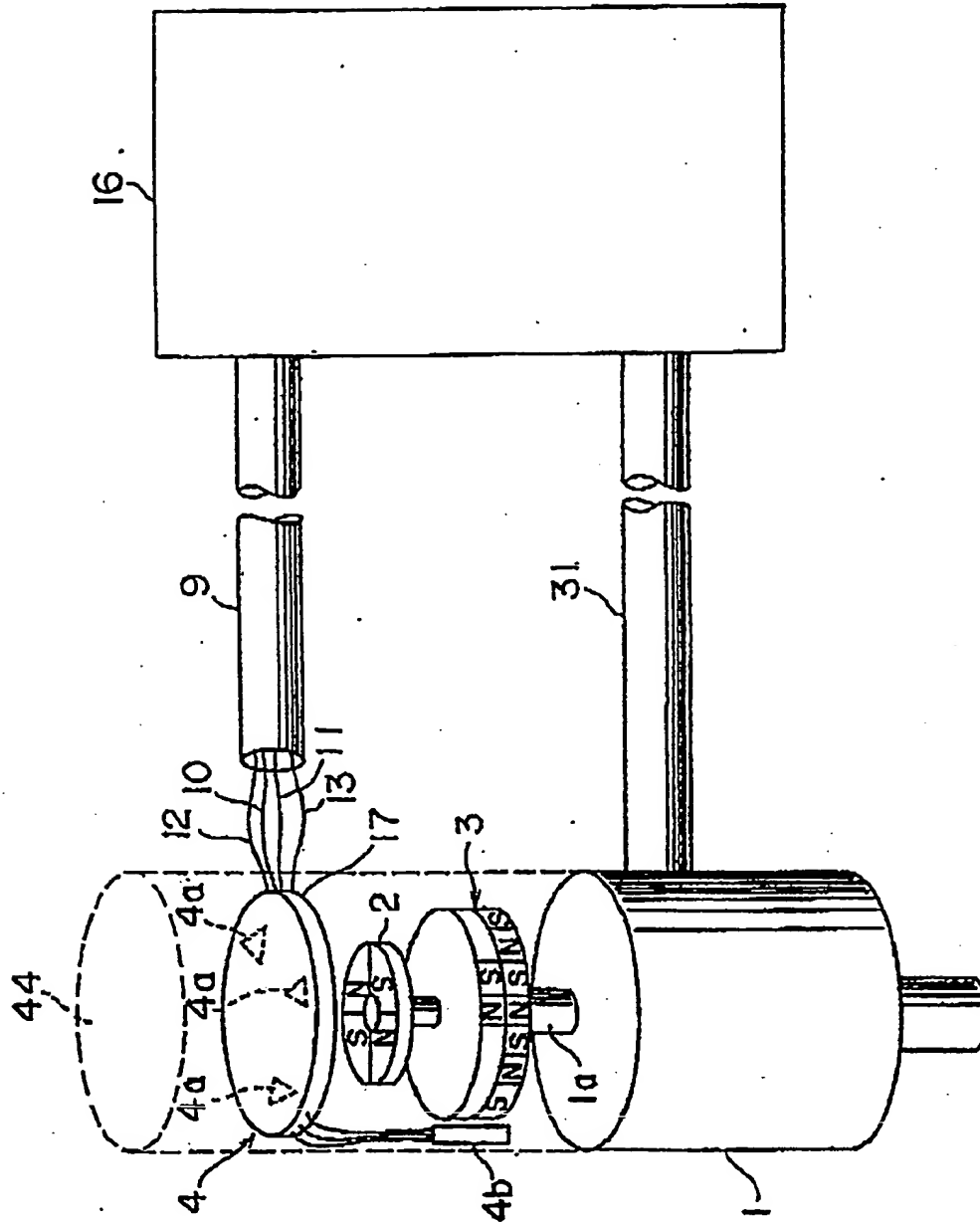


FIG. 2

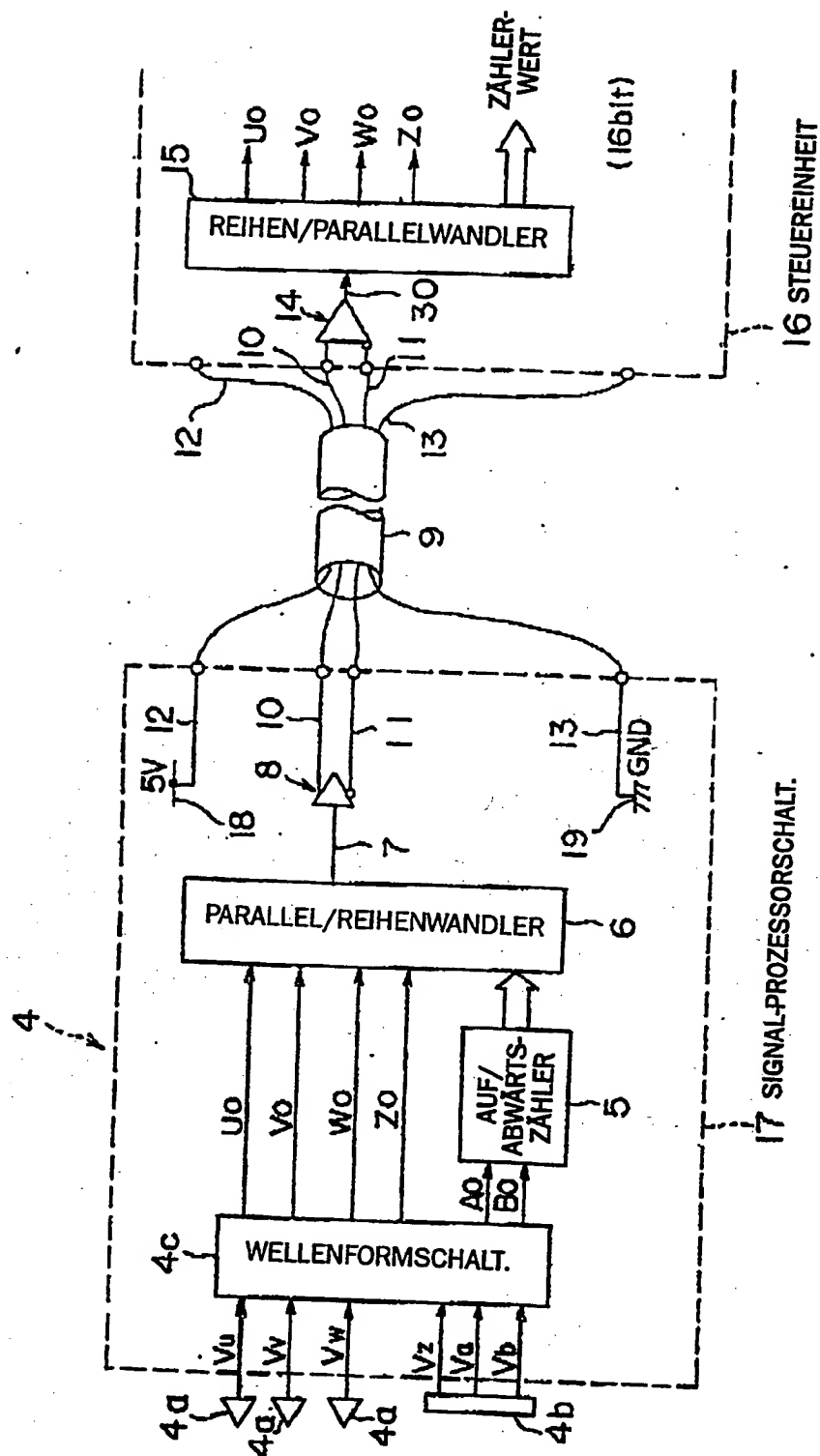




FIG. 3

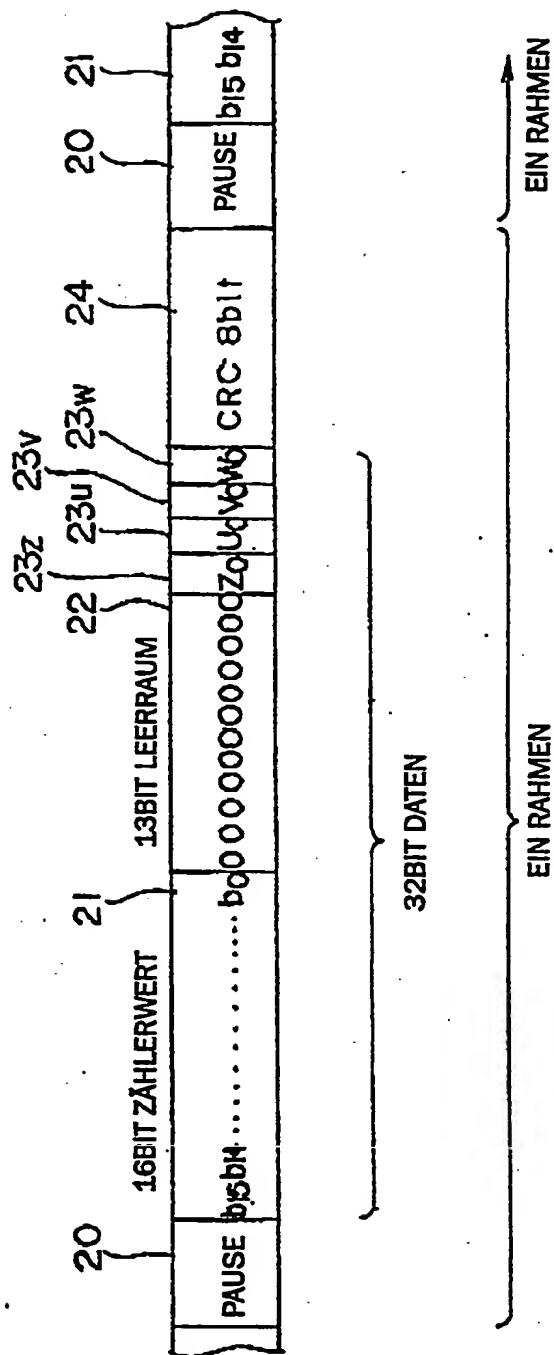


FIG. 4

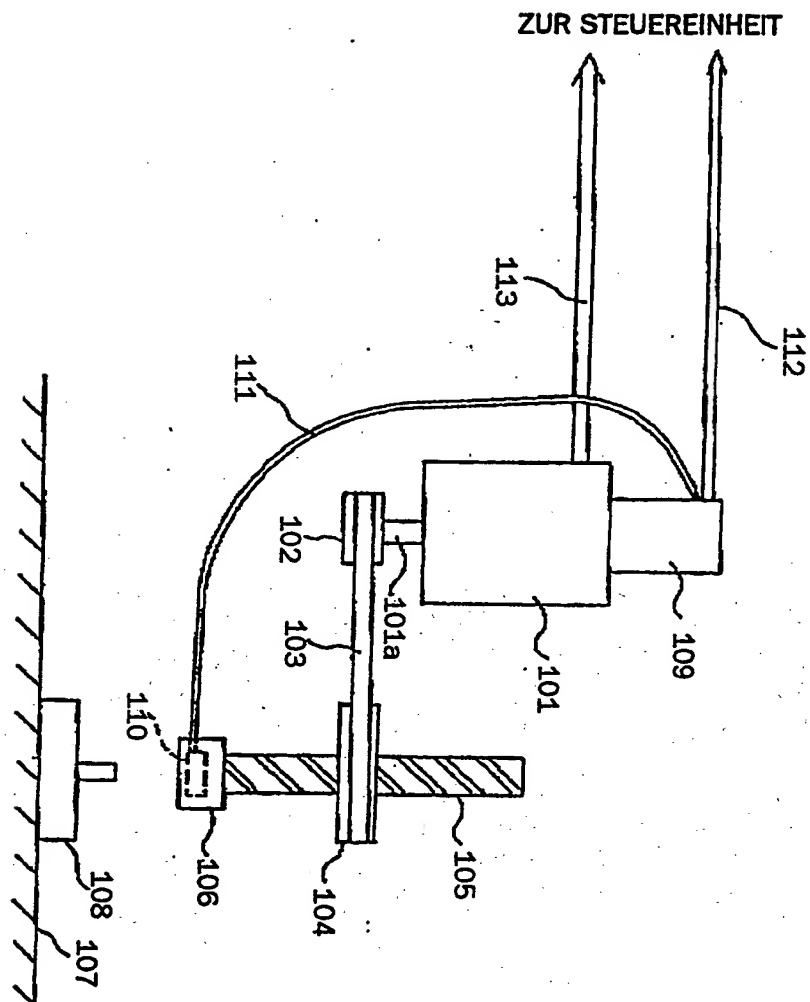


FIG. 5

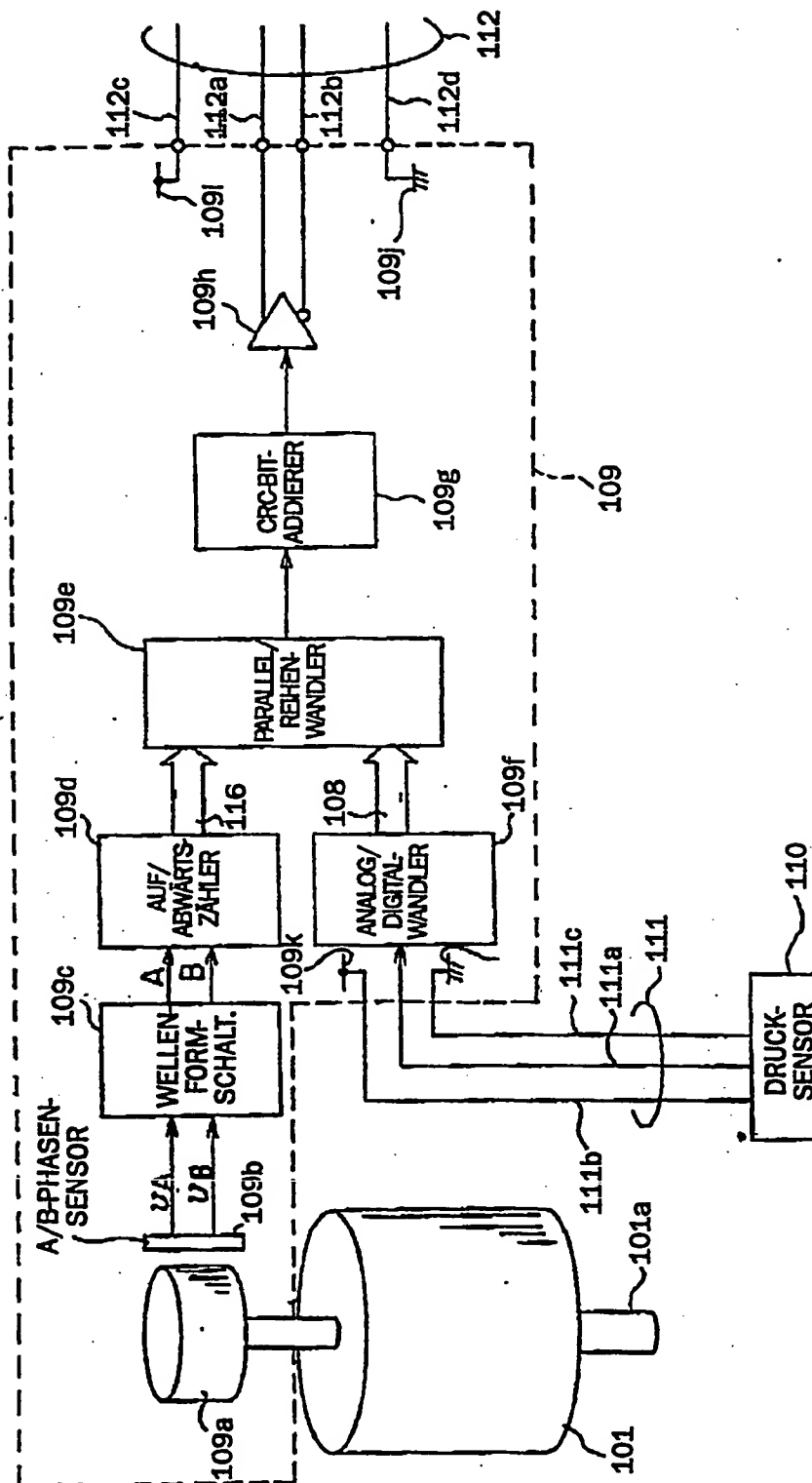


FIG. 6

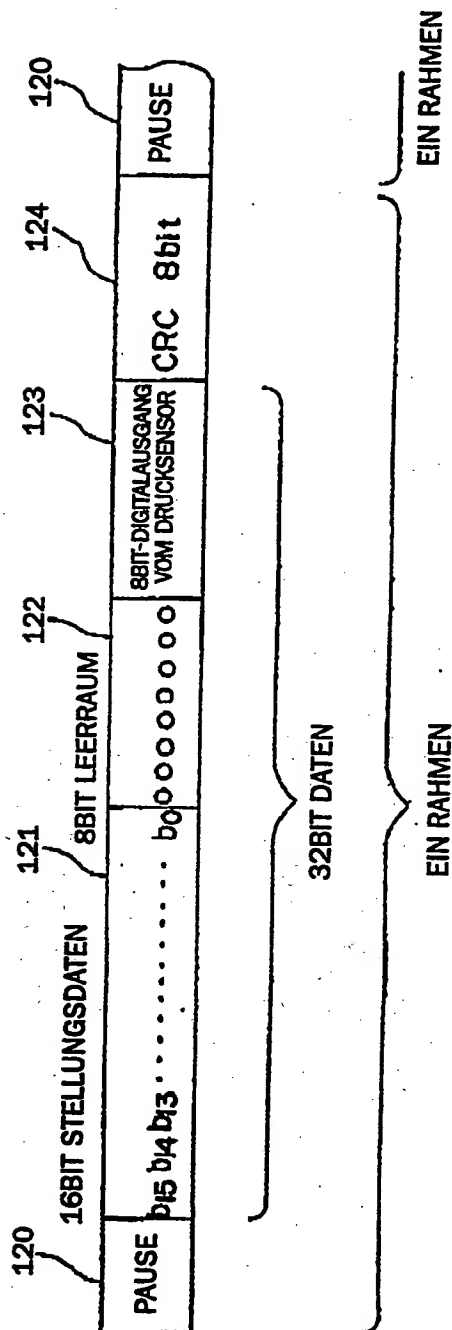


FIG. 7

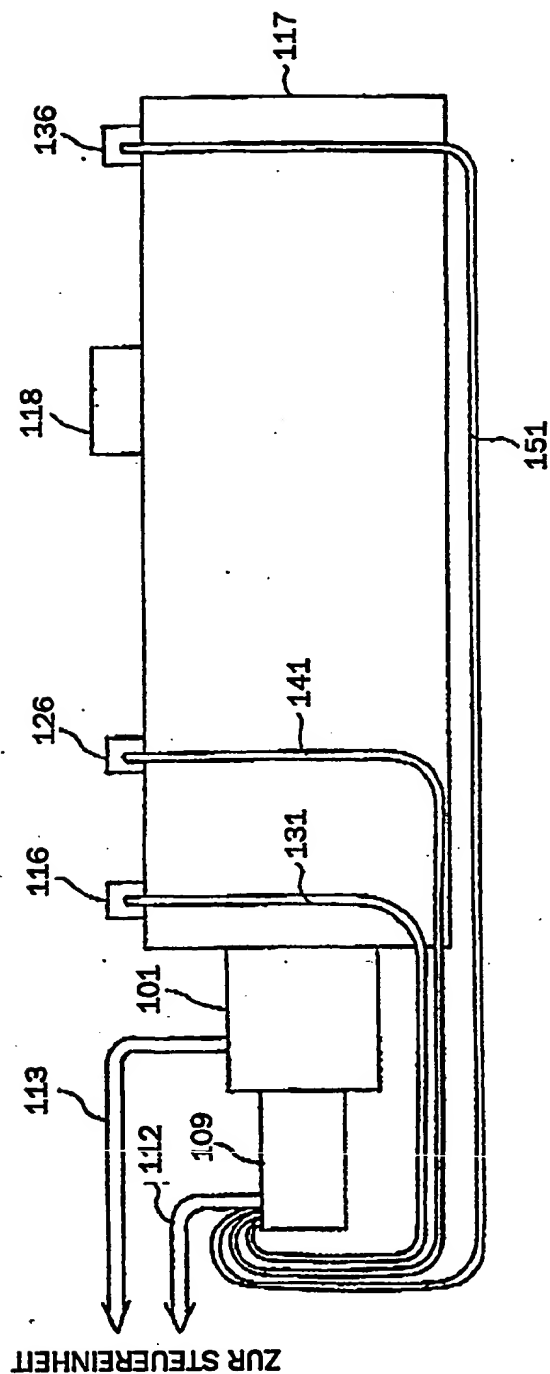






FIG. 9

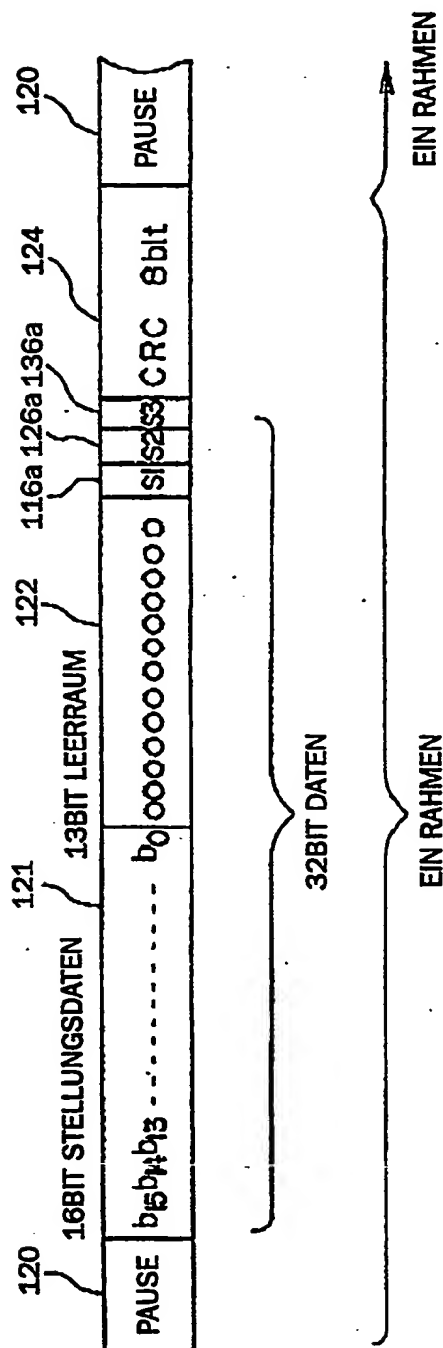


FIG. 10

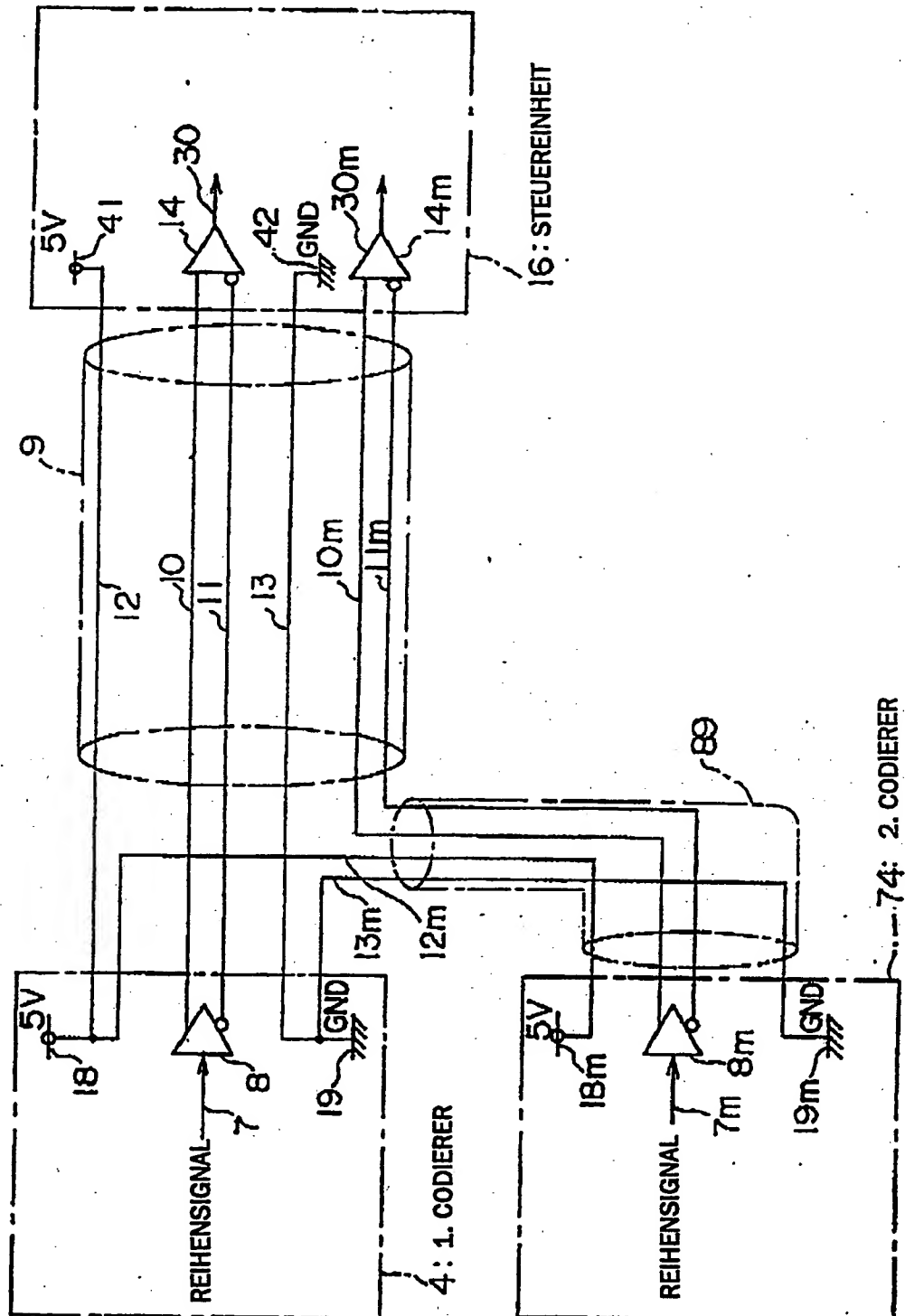


FIG. 11

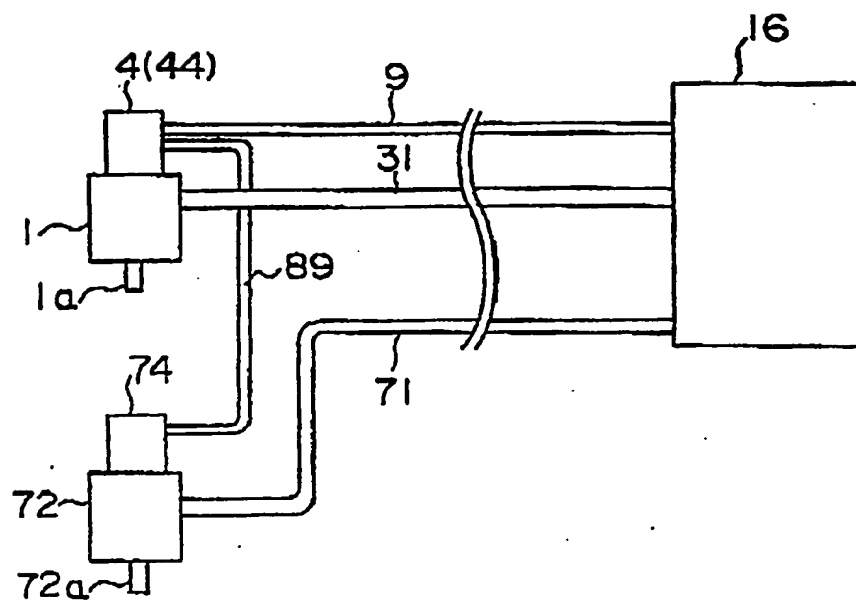


FIG. 12

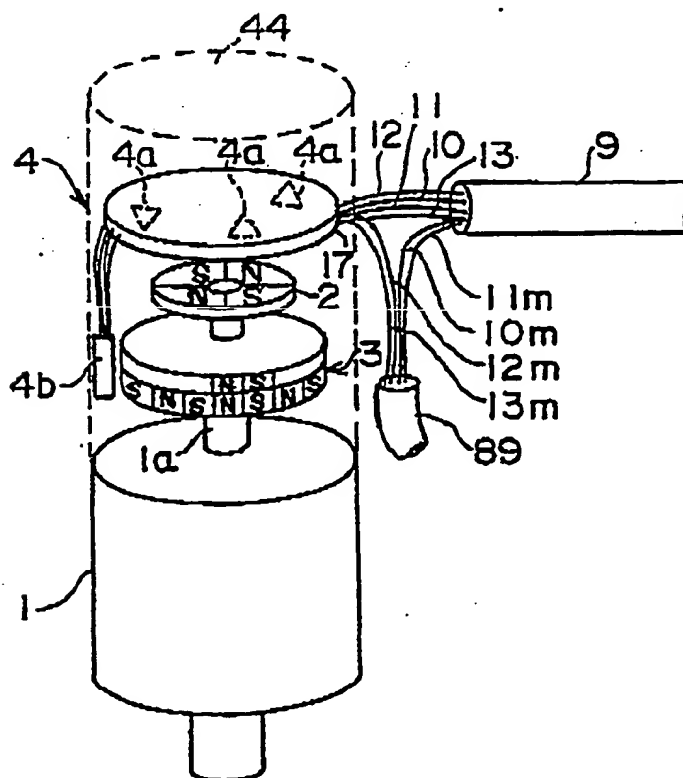


FIG. 13

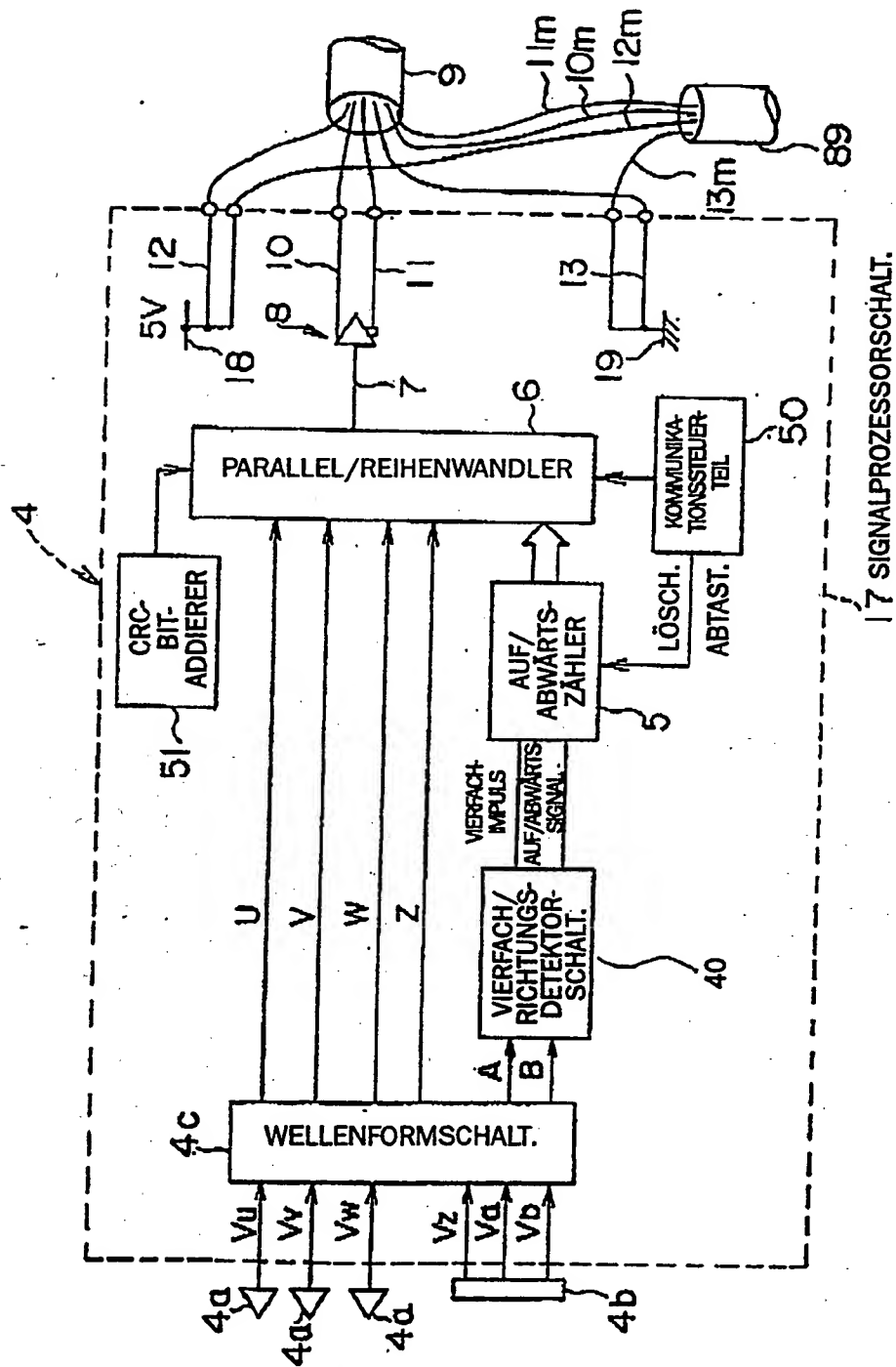


FIG. 14

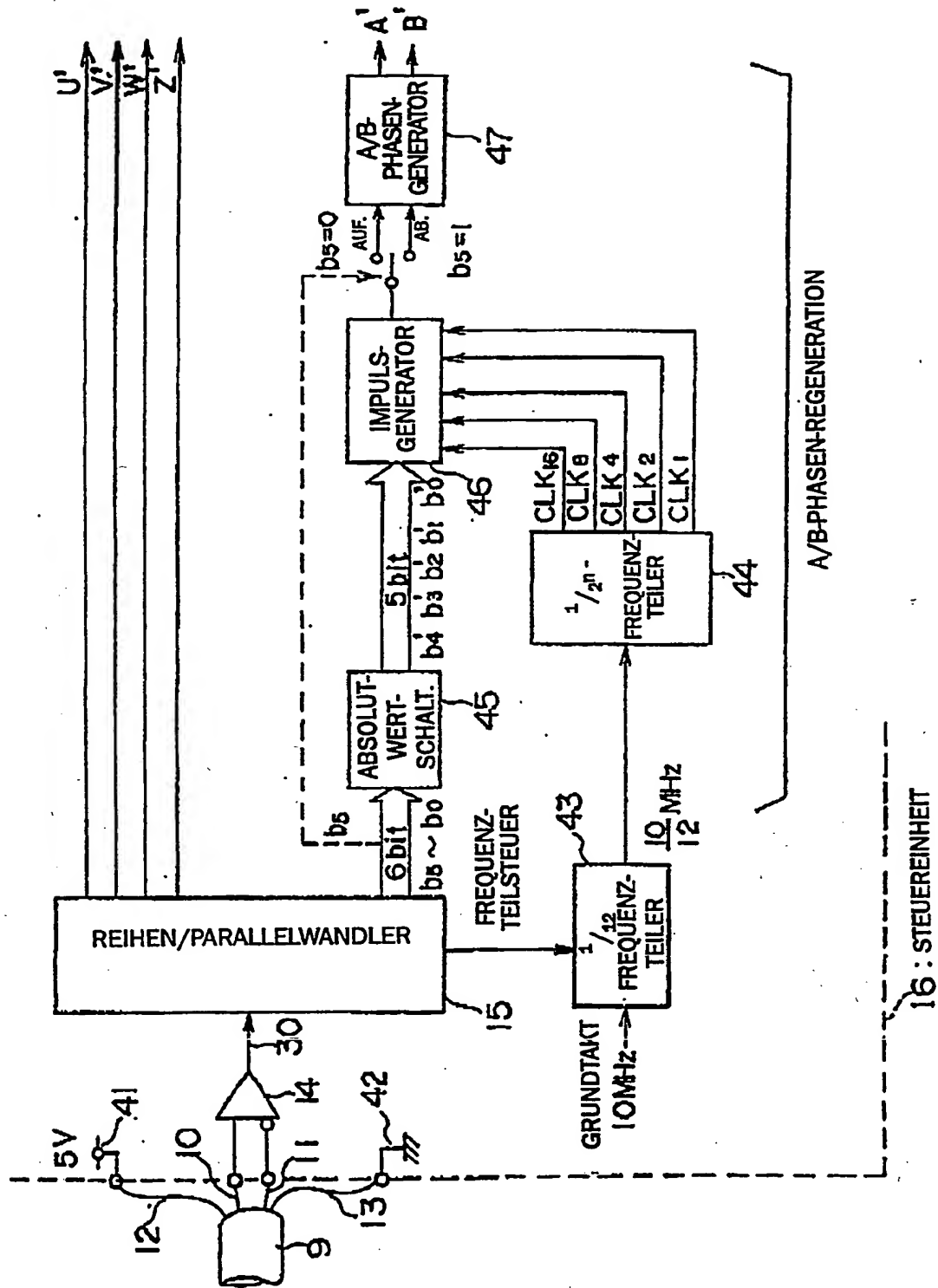


FIG. 15

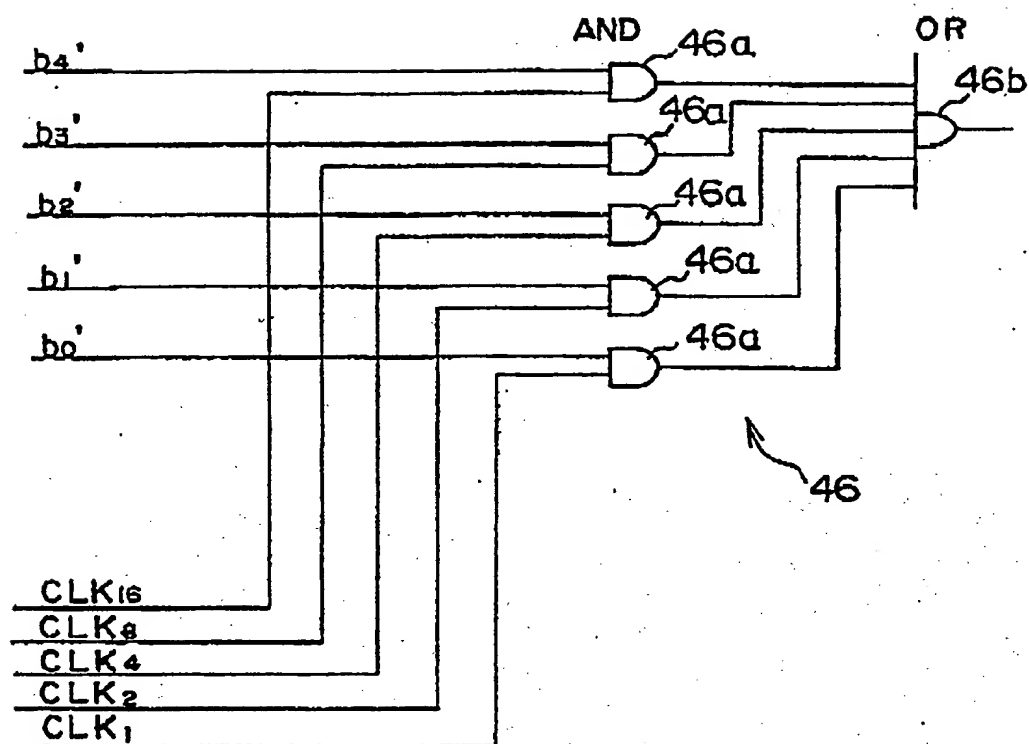




FIG. 16

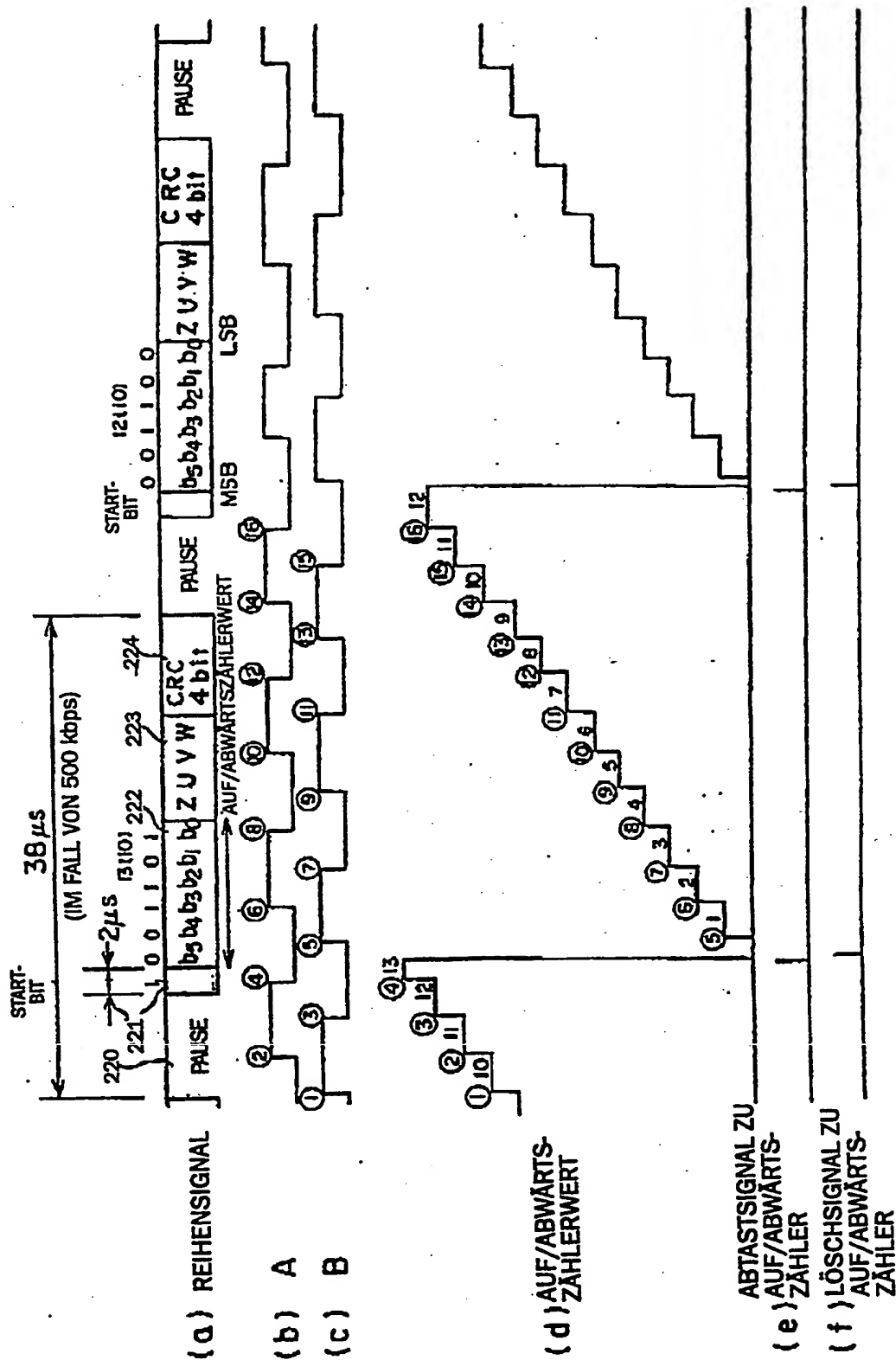


FIG. 17

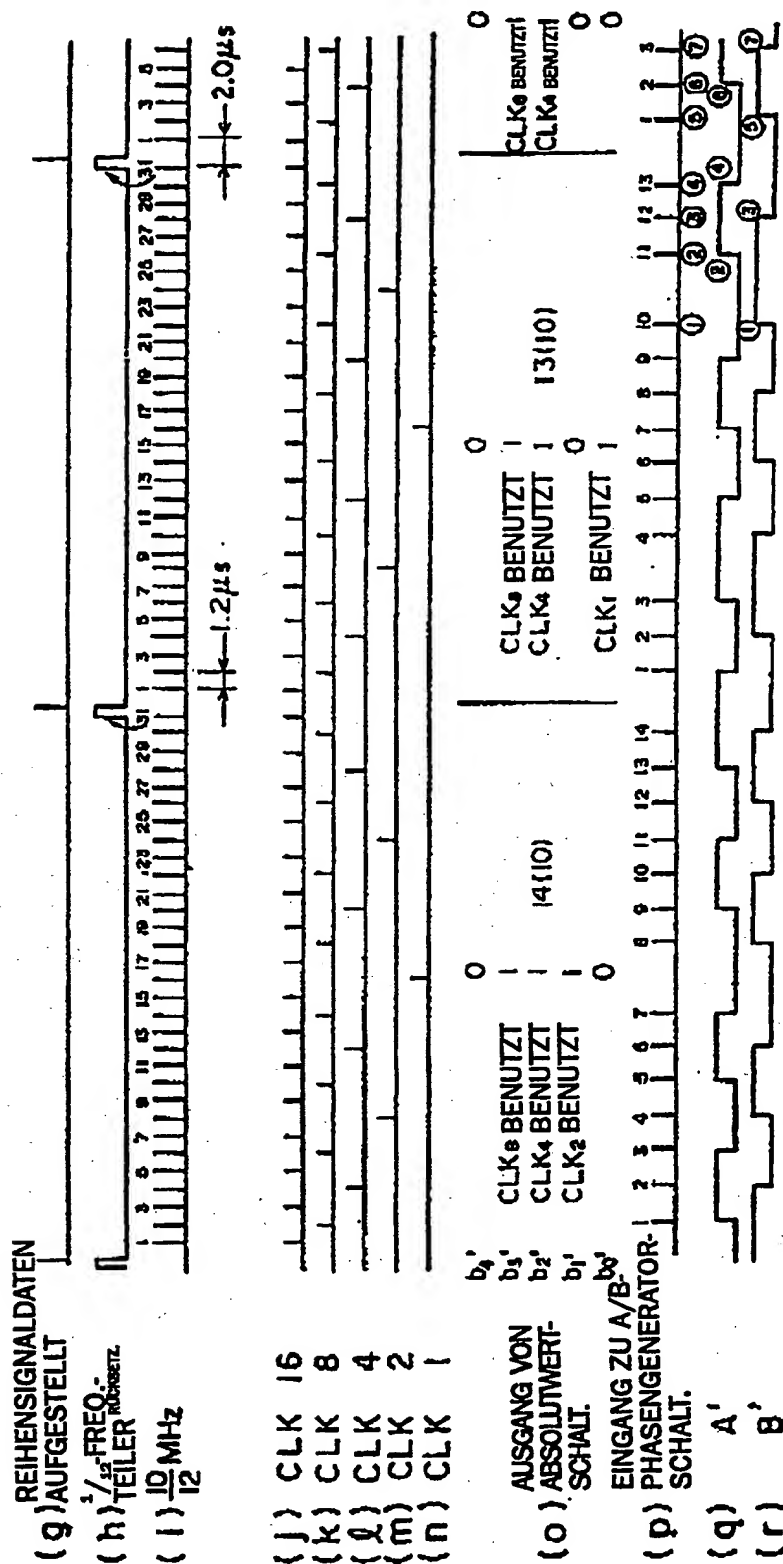


FIG. 18

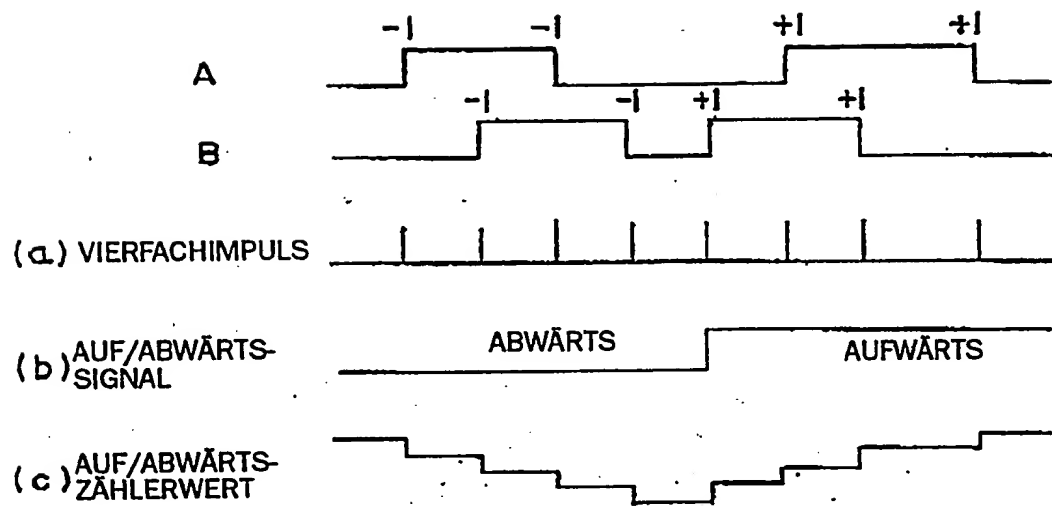


FIG. 19

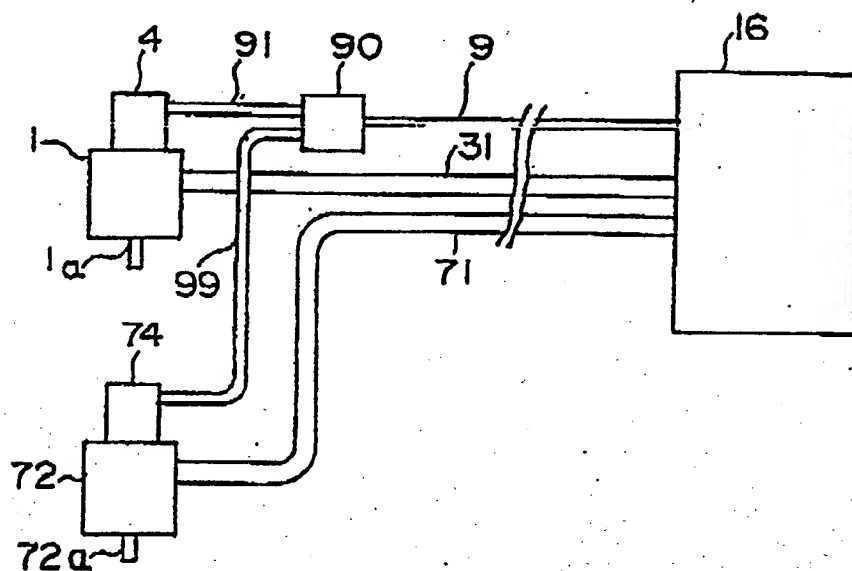




FIG. 21

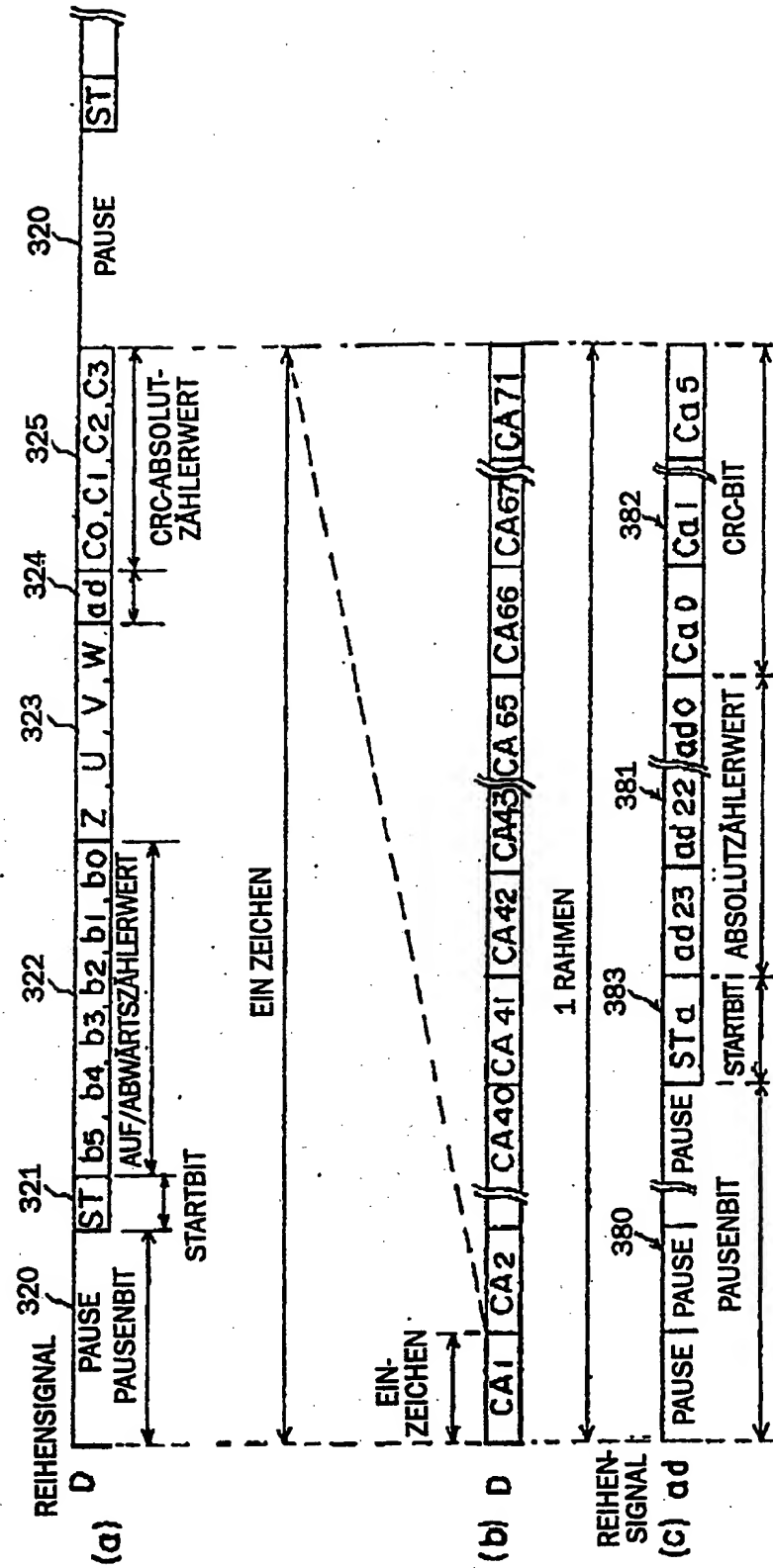




FIG. 22

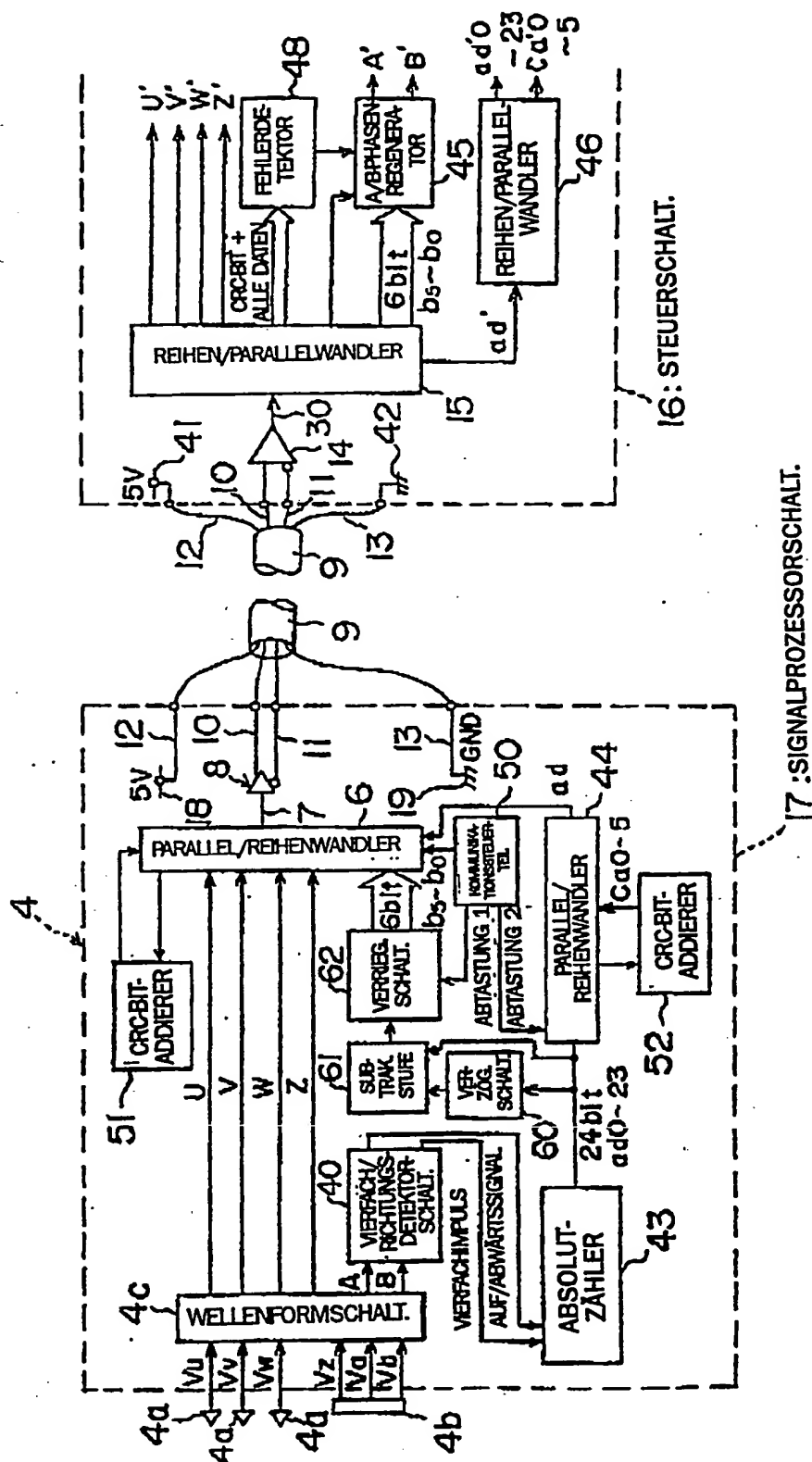


FIG. 23

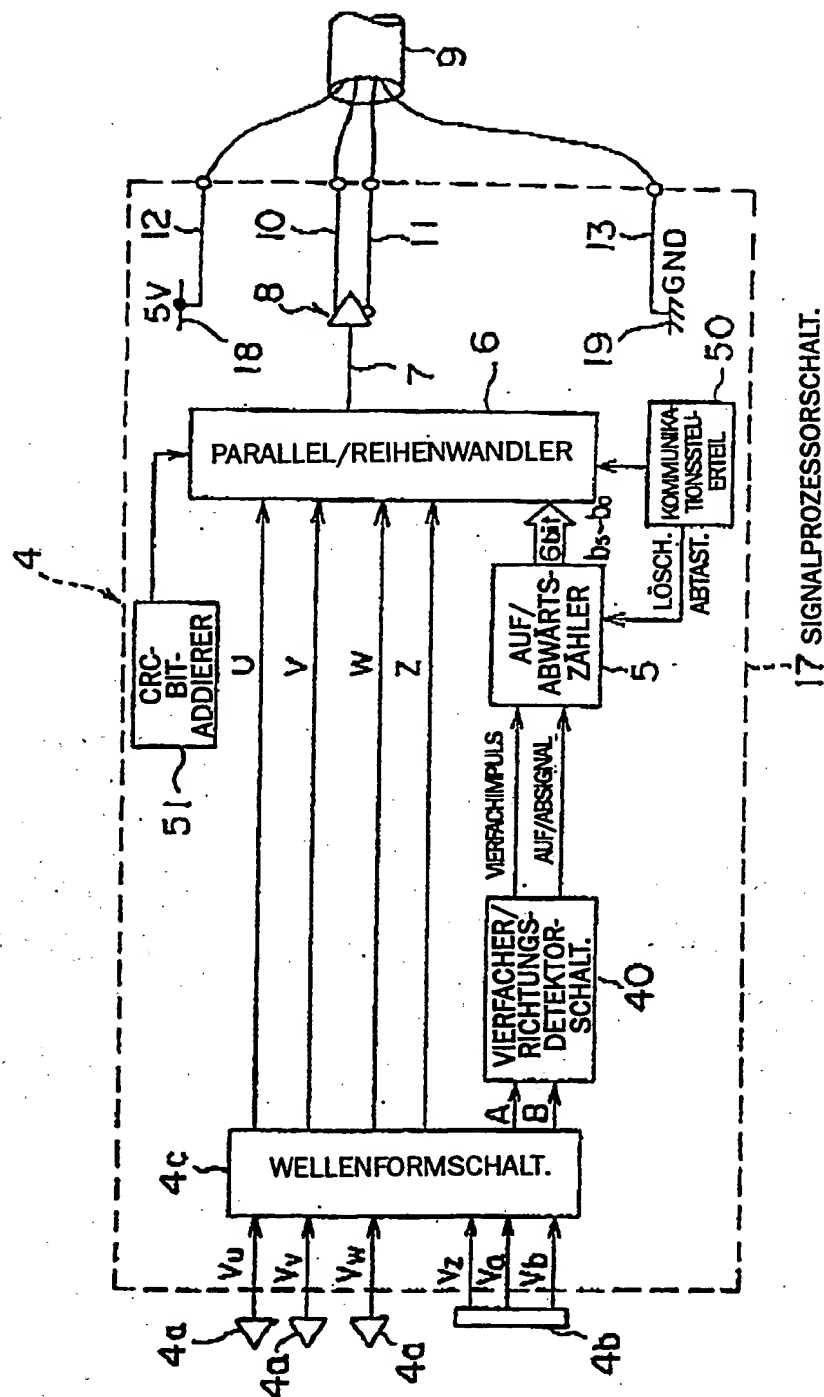




FIG. 25

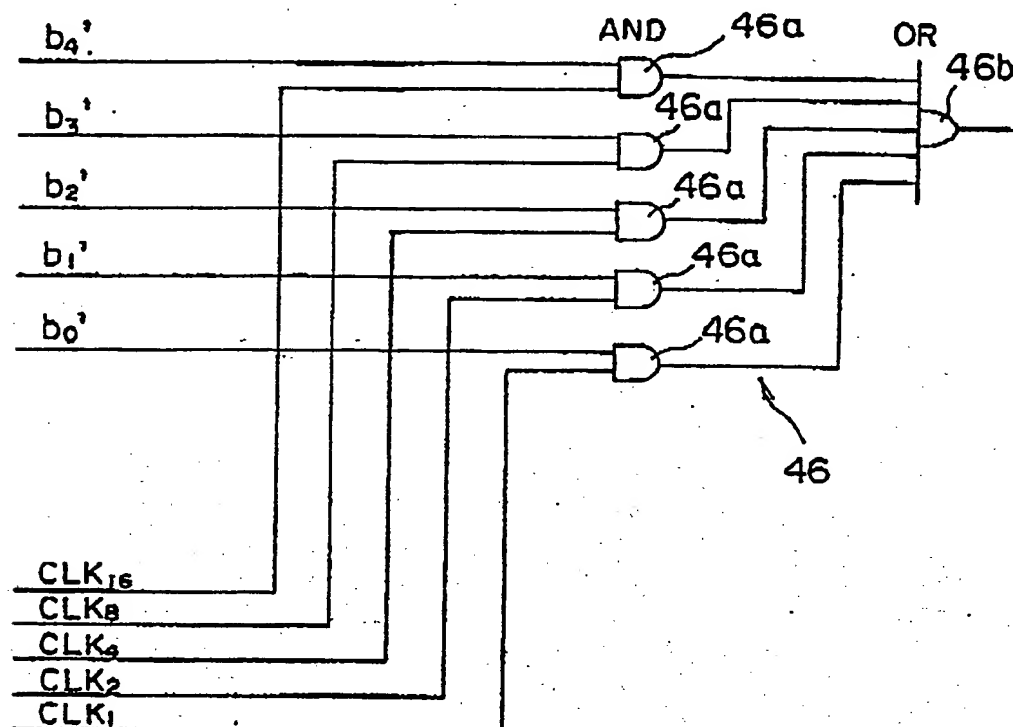




FIG. 27

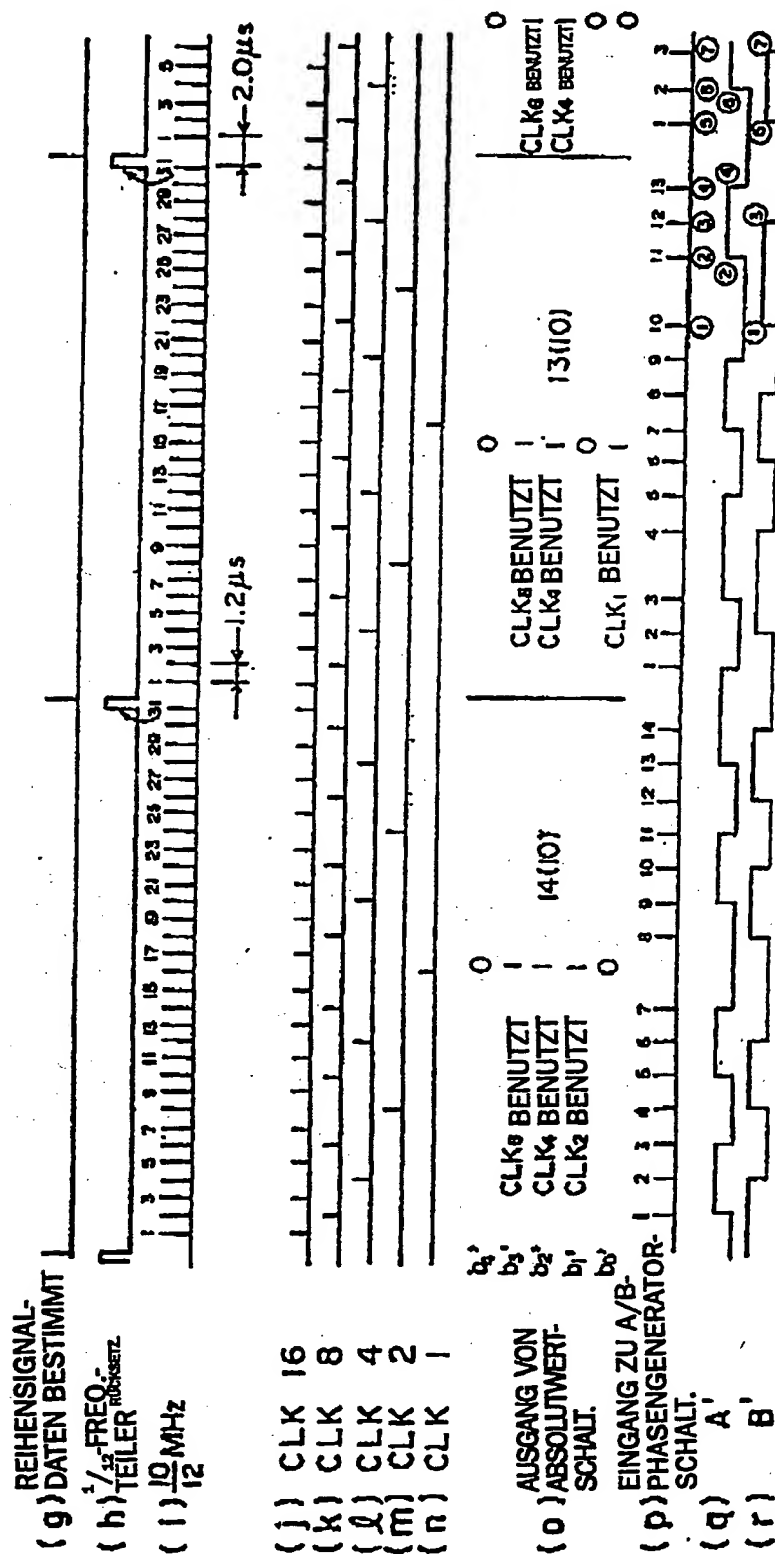




FIG. 28

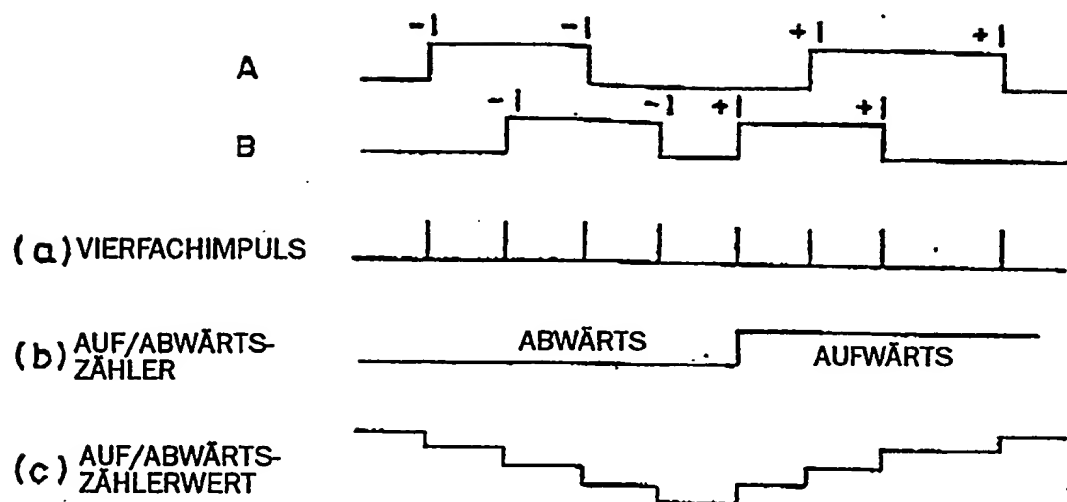


FIG. 29

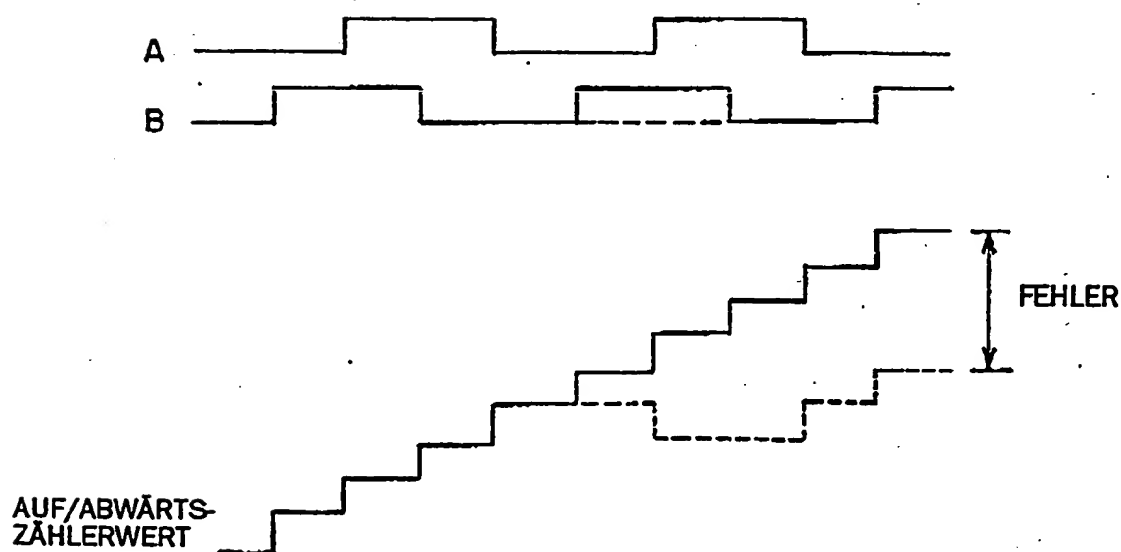


FIG. 30

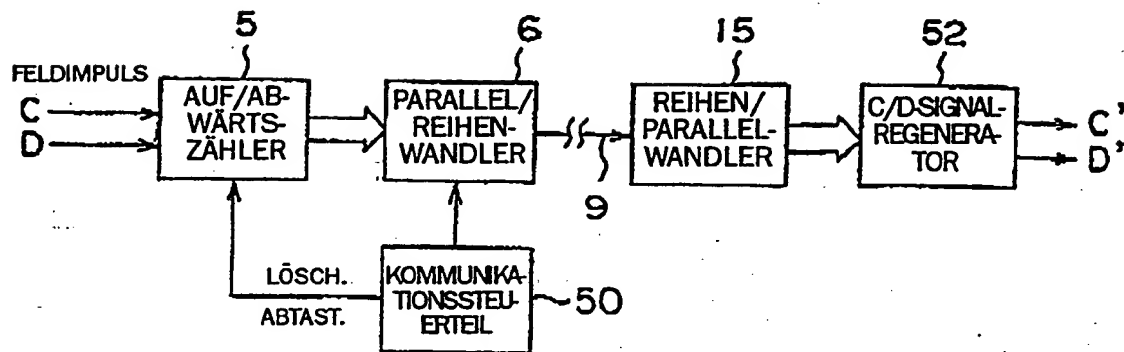


FIG. 31

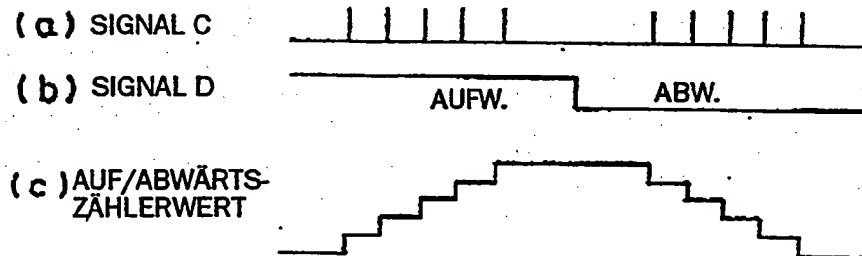


FIG. 32

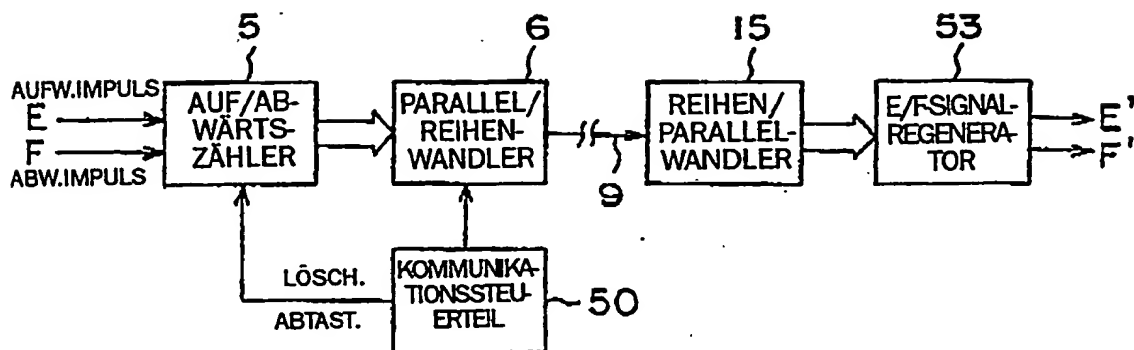


FIG. 33

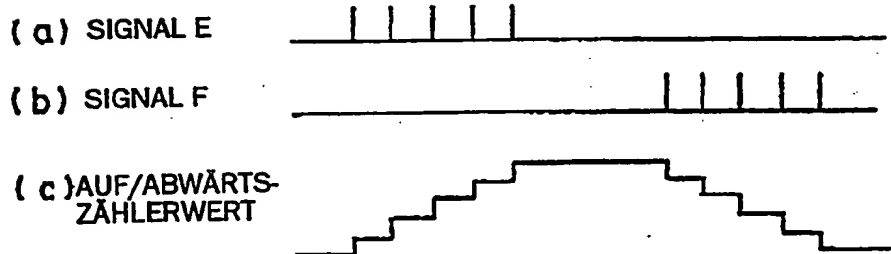


FIG. 34

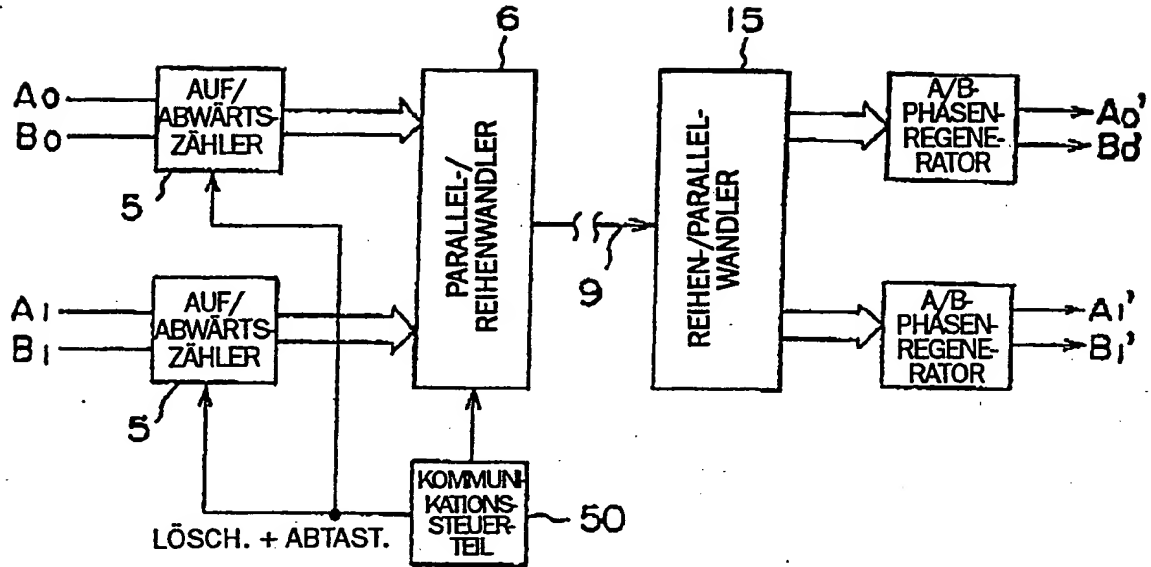


FIG. 35

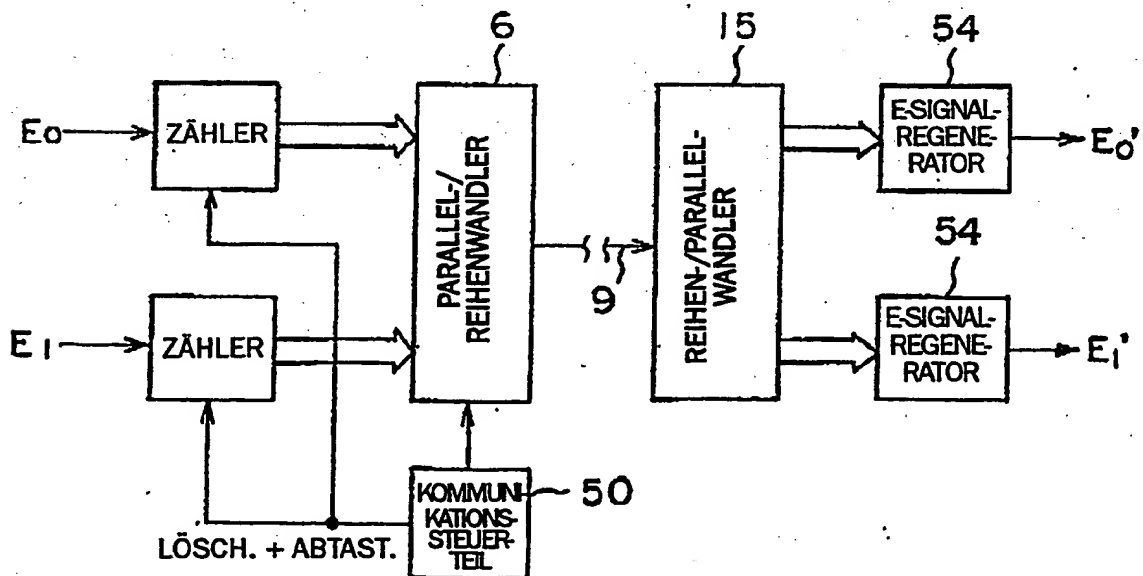


FIG. 36

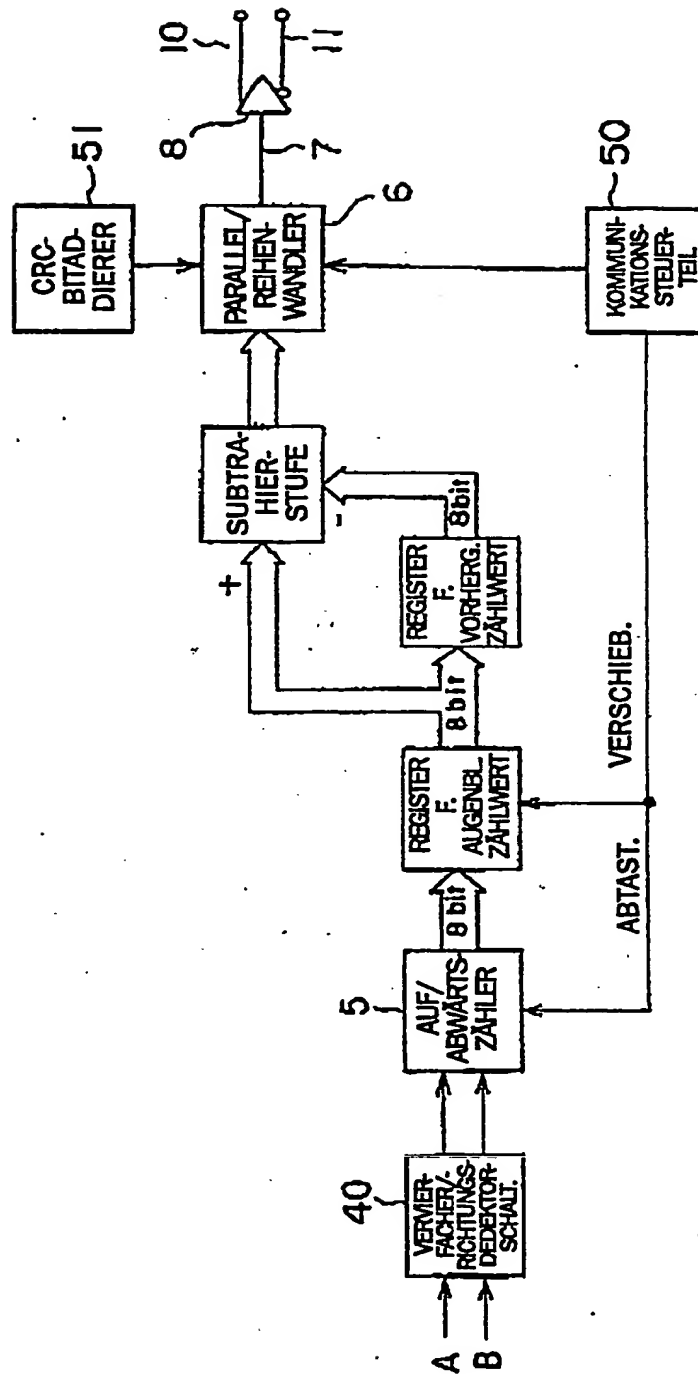


FIG. 37

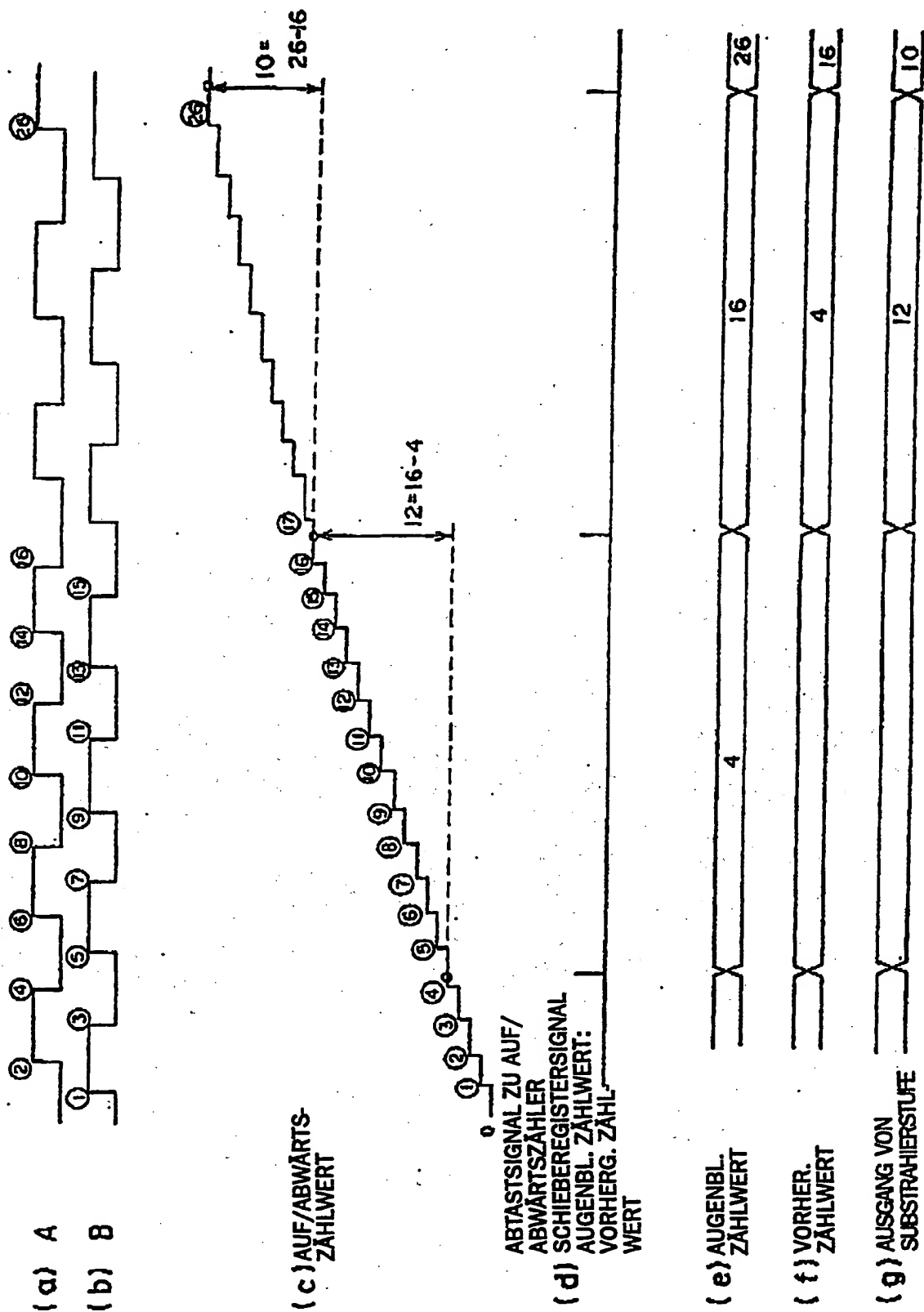


FIG. 38

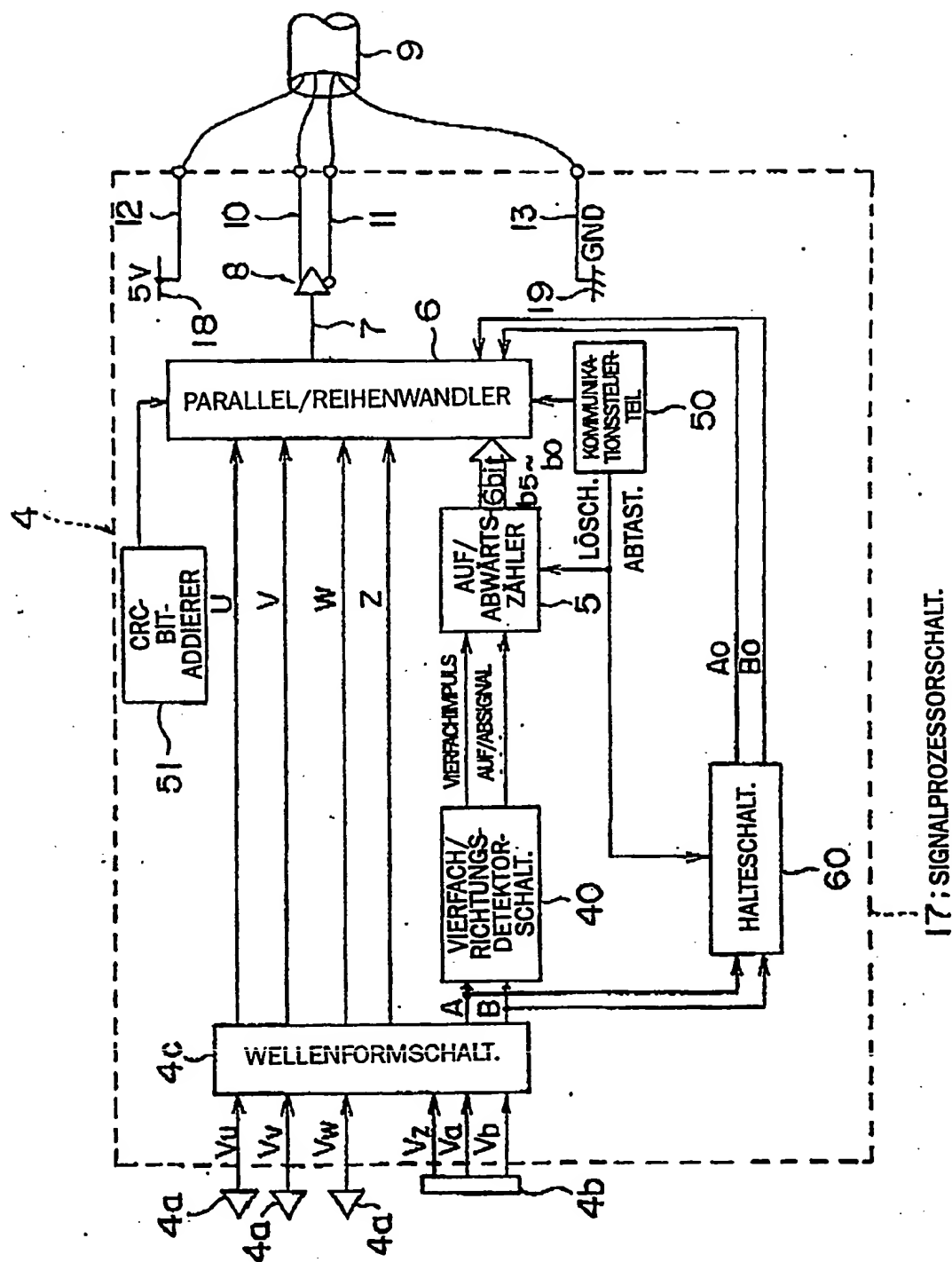




FIG. 39

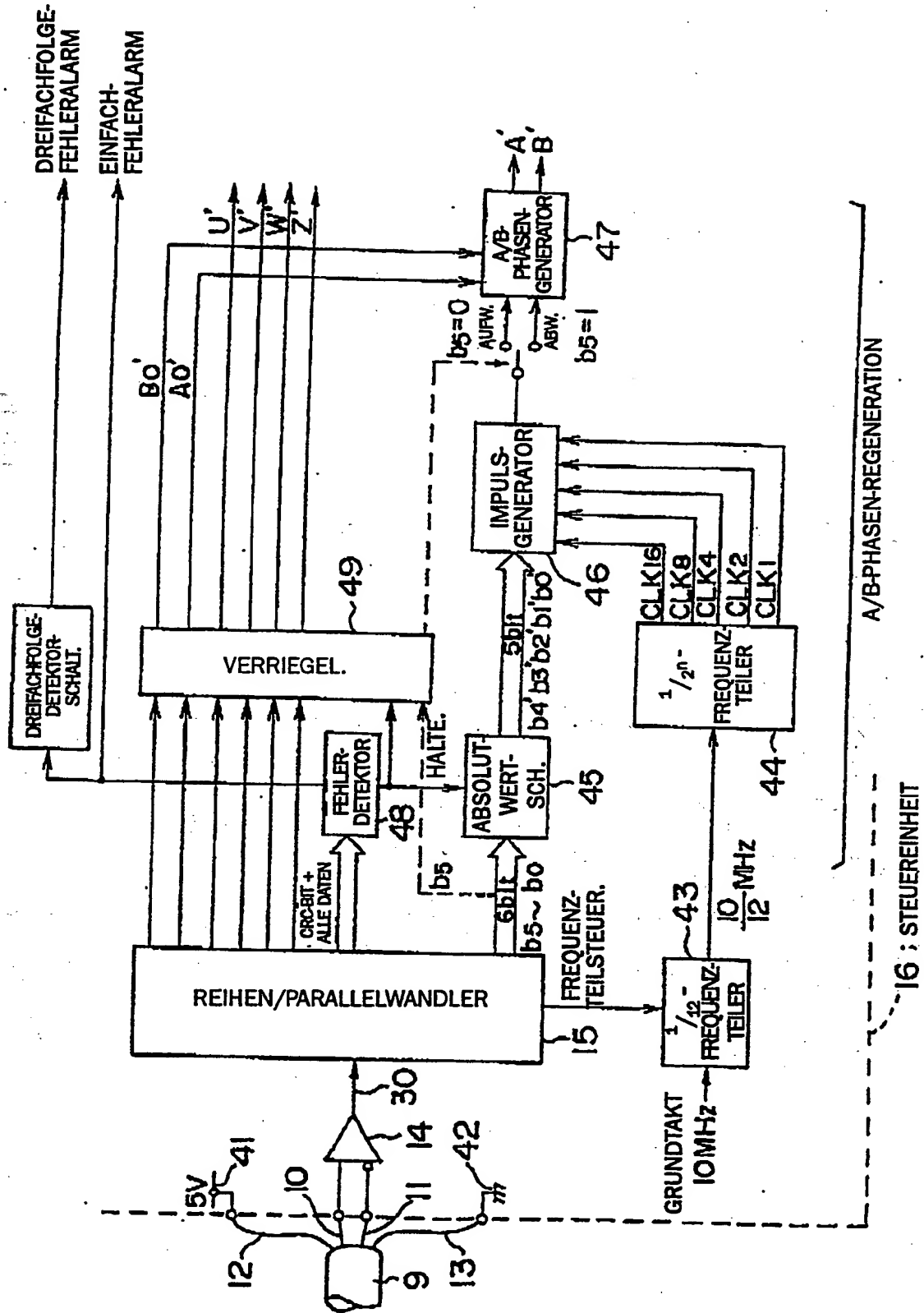


FIG. 40

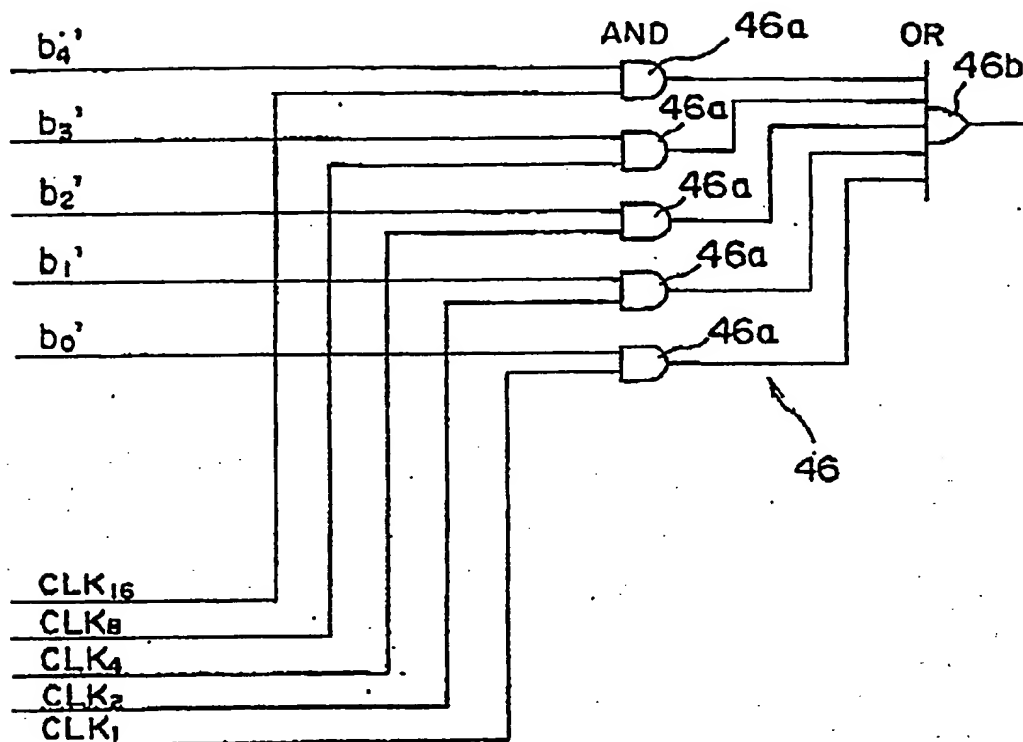




FIG. 42

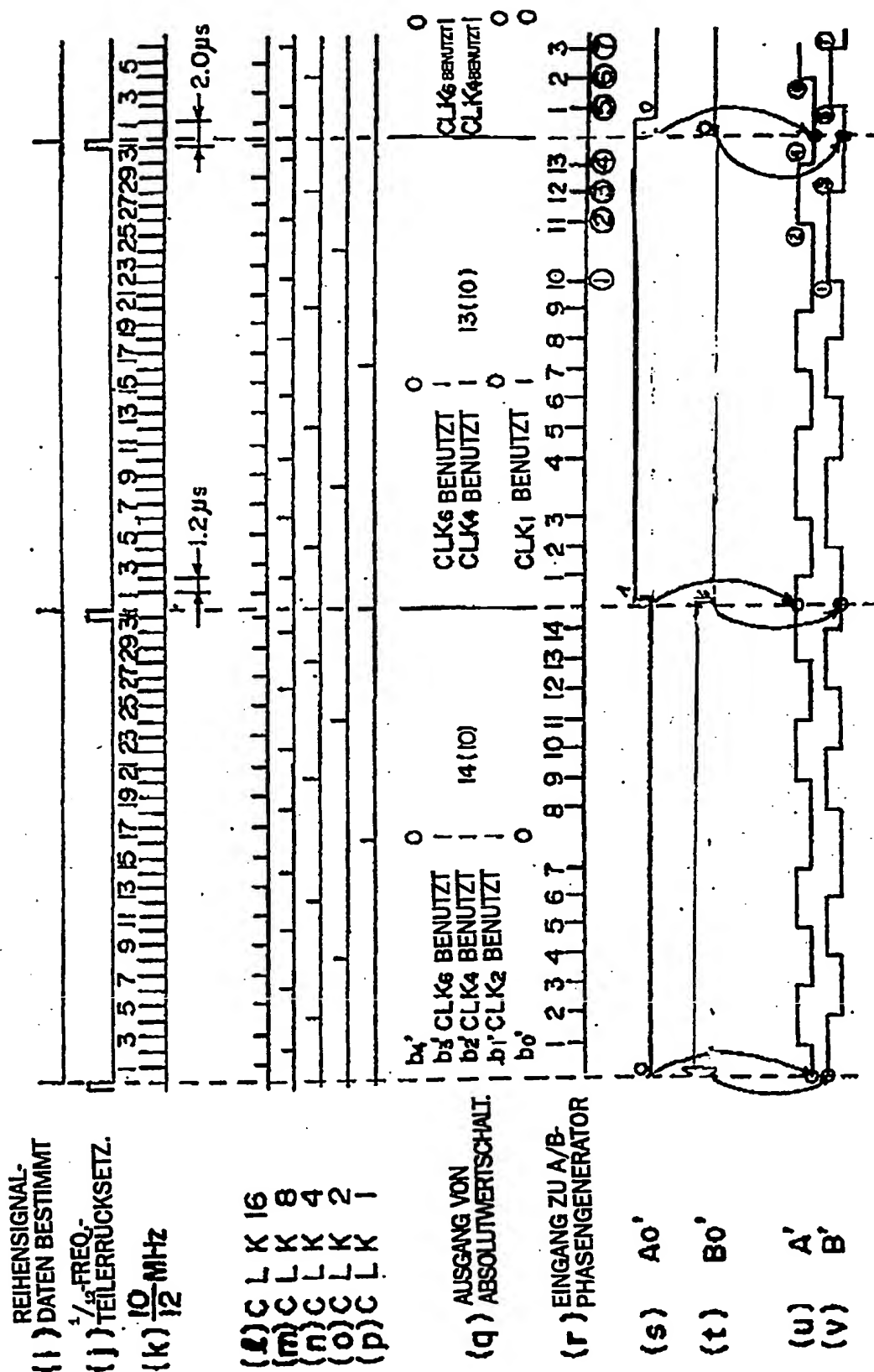


FIG. 43

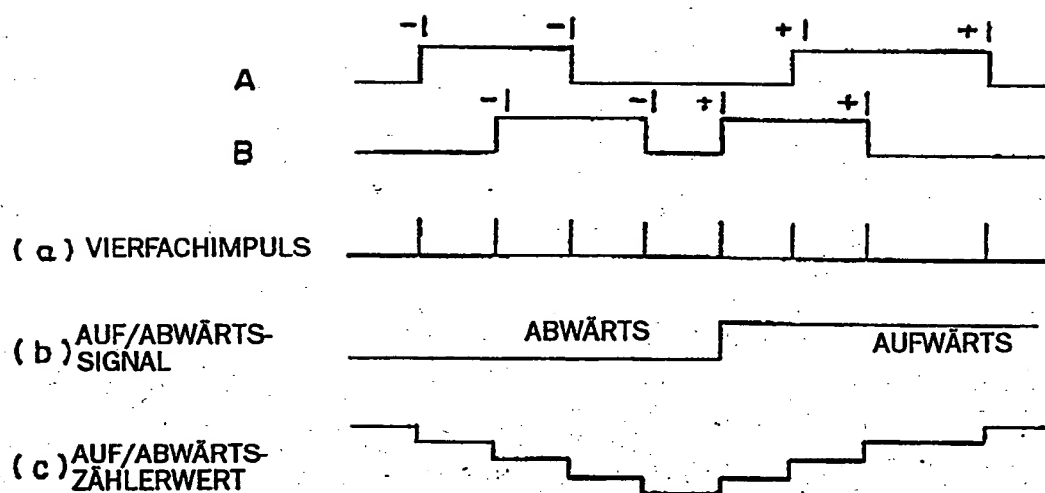


FIG. 44

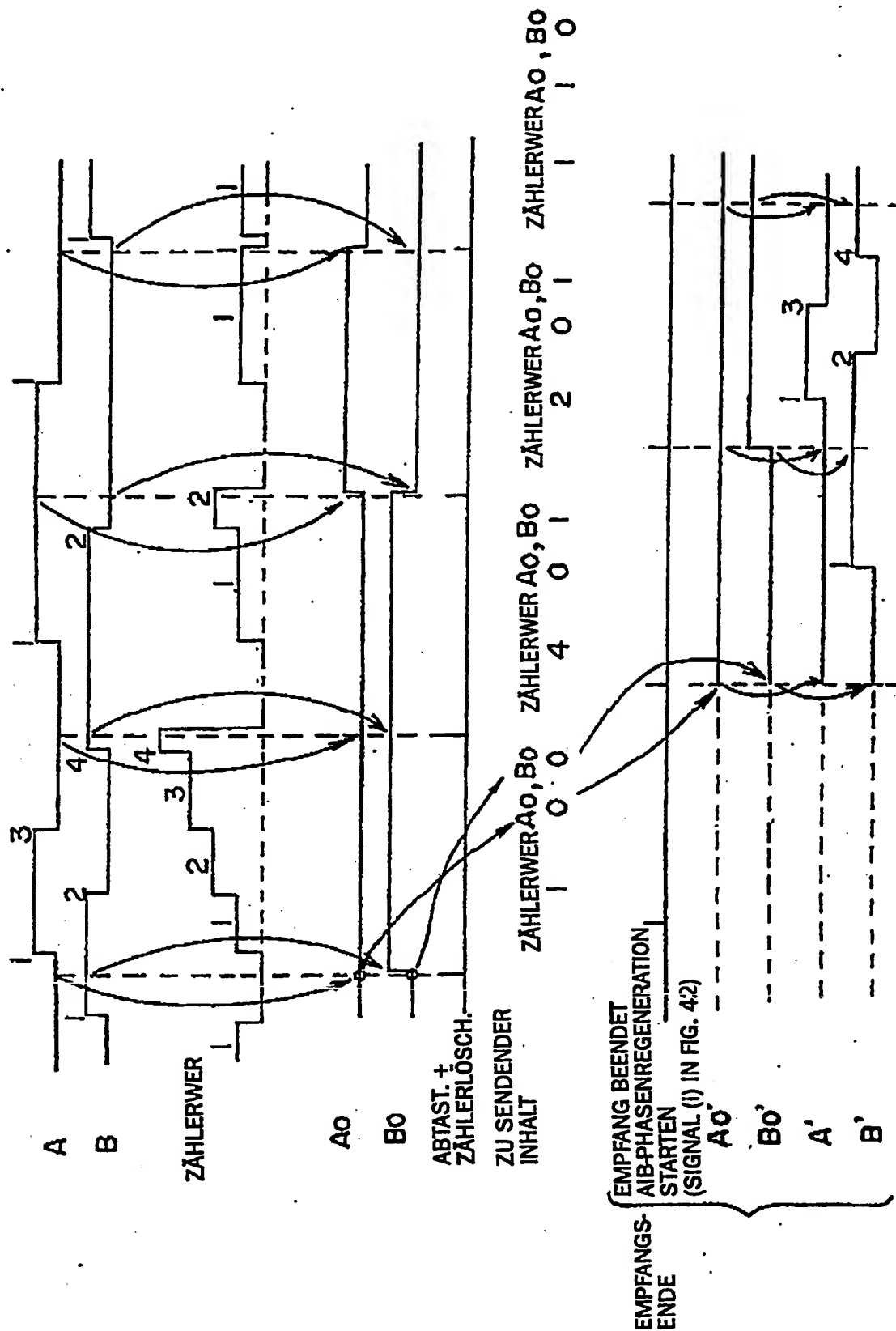
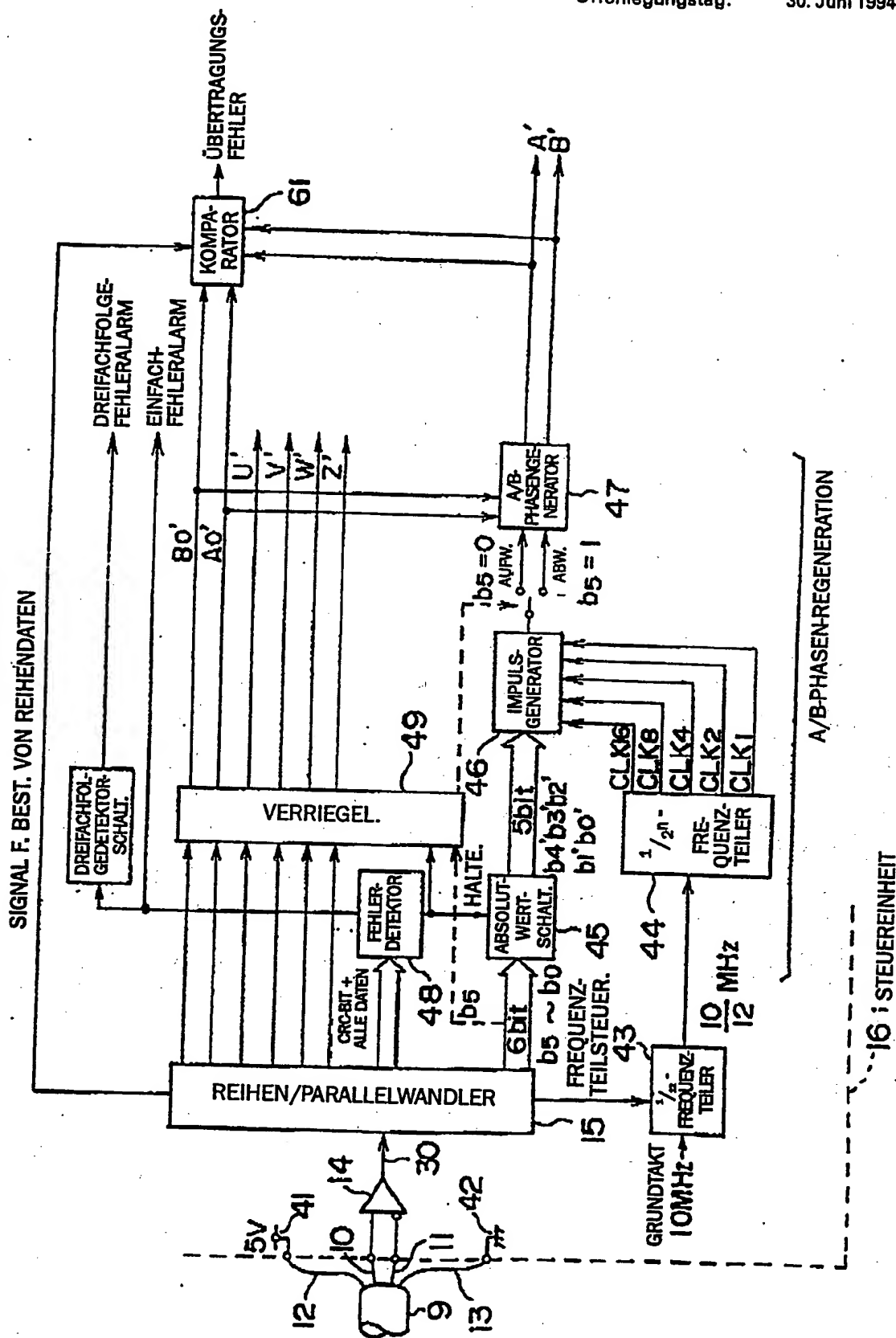


FIG. 45



3/9/1

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI

(c) 2001 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

009951741 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1994-219454/199427

XRPX Acc No: N94-173457

Position detector signal transmission device - uses counter recording position data transmitted serially with magnetic pole position detection signal

Patent Assignee: SANKYO SEIKI SEISAKUSHO KK (SAOB ); SANKYO SEIKI MFG CO LTD (SAOB )

Inventor: KATAGIRI T; MOMOSE T

Number of Countries: 003 Number of Patents: 006

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 4344916	A1	19940630	DE 4344916	A	19931229	199427 B
JP 6223293	A	19940812	JP 9326172	A	19930121	199437
JP 6335282	A	19941202	JP 9470068	A	19940315	199508
US 5625353	A	19970429	US 93174044	A	19931228	199723
DE 4345479	A1	19980903	DE 4344916	A	19931229	199845
			DE 4345479	A	19931229	
US 5815089	A	19980929	US 93174044	A	19931228	199846
			US 97782097	A	19970113	

Priority Applications (No Type Date): JP 9396629 A 19930331; JP 92361076 A 19921229; JP 9319356 A 19930111; JP 9326172 A 19930121; JP 93U4643 U 19930121; JP 9390878 A 19930325

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
DE 4344916	A1		65	H02P-006/00	
JP 6223293	A		18	G08C-019/16	
JP 6335282	A		12	H02P-006/02	
US 5625353	A		57	G08C-015/06	
DE 4345479	A1			G08C-019/16	Div ex application DE 4344916 Div ex patent DE 4344916
US 5815089	A			G08C-015/06	Div ex application US 93174044 Div ex patent US 5625353

Abstract (Basic): DE 4344916 A

The transmission device uses a reversible counter which is indexed in either direction in dependence on 2-phase output signals provided by a magnetic pole position detector for a monitored object, the obtained count or count variation per unit time and a magnetic pole position detection signal converted into a serial signal fed to a control unit via a serial transmission path.

Pref. the transmission device is used for position data from a position detector and separate data from an associated sensor mounted on the inside or outside of the position detector.

USE - For determining absolute position of electric motor shaft.

Dwg.1/45

Abstract (Equivalent): US 5625353 A

A device for transmitting position detector signals to a control unit which comprises:

a position detector with a magnetic pole detecting portion, said position detector producing both pole detecting phase signals and two-phase signals,

a waveform shaping circuit for shaping said pole detecting phase



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

signals and two-phase signals into rectangular waves, respectively;  
a counter that counts two-phase incremental signals which are converted from said two-phase signals in an ascending or descending order during a predetermined time period and transmits counter value signals therefrom;

a converting circuit in which said counter value signals and an output signal from said waveform shaping circuit on the basis of said pole detecting phase signals are converted to a serial signal; and

a transmission path for transmitting said serial signal to said control unit.

Dwg.13/45

Title Terms: POSITION; DETECT; SIGNAL; TRANSMISSION; DEVICE; COUNTER;  
RECORD; POSITION; DATA; TRANSMIT; SERIAL; MAGNETIC; POLE; POSITION;  
DETECT; SIGNAL

Derwent Class: S02; U21; V06; W05

International Patent Class (Main): G08C-015/06; G08C-019/16; H02P-006/00;  
H02P-006/02

International Patent Class (Additional): G01B-007/30; G01D-005/12;  
G05D-003/12; G08C-019/00; H02K-029/06

File Segment: EPI

Manual Codes (EPI/S-X): S02-A02F; U21-A03J; V06-M03; V06-M14; V06-N04;  
W05-D02; W05-D03A

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**